

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

**ÉTUDE DES CONCEPTIONS INITIALES
D'ÉLÈVES SÉNÉGALAIS DE LA SIXIÈME ANNÉE DE L'ÉCOLE ÉLÉMENTAIRE AU
REGARD D'UNE ÉDUCATION AUX SCIENCES : L'EXEMPLE DE L'APPAREIL
DIGESTIF**

**THÈSE PRÉSENTÉE COMME EXIGENCE PARTIELLE DU
DOCTORAT EN ÉDUCATION À L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES
EN ASSOCIATION AVEC
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL**

**PAR
EL HADJI MOUHAMADOU DIEYE**

JUILLET 2024

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

DOCTORAT EN EDUCATION (3^E CYCLE)

Direction de recherche :

Ghislain Samson

Prénom et nom

directeur de recherche

Catherine Simard

Prénom et nom

codirecteur de recherche

Jury d'évaluation

Ghislain Samson

Prénom et nom

Directeur du candidat

Fonction du membre de jury

Catherine Simard

Prénom et nom

Co-directrice du candidat

Fonction du membre de jury

Ousmane Sy

Prénom et nom

Président du jury

Fonction du membre de jury

Brahim El Fadil

Prénom et nom

Évaluateur, UQ

Fonction du membre de jury

Donatille Mujawamariya

Prénom et nom

Évaluateur, hors UQ

Fonction du membre de jury

Thèse soutenue le 19-03-2024

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	IX
DÉDICACE	XI
LISTE DES FIGURES	XIII
LISTE DES TABLEAUX	XV
LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES	XVI
RÉSUMÉ	XIX
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I	5
PROBLÉMATIQUE DE RECHERCHE	5
1.1 LA SITUATION DE L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES A L'ÉCOLE ÉLÉMENTAIRE AU SÉNÉGAL : UN TABLEAU PEU RELUISANT DANS UN CONTEXTE DE RENOUVEAU PÉDAGOGIQUE	5
1.1.1 UNE VISION DE L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES A L'ÉCOLE ÉLÉMENTAIRE AU SÉNÉGAL	5
1.1.2 DES ENJEUX DE L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES A L'ÉCOLE ÉLÉMENTAIRE AU SENEGAL	7
1.1.2.1 DES ENJEUX EDUCATIFS	7
1.1.2.2 DES ENJEUX SOCIO-ÉCONOMIQUES	9
1.1.3 DES CONDITIONS DE L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES A L'ÉCOLE ÉLÉMENTAIRE AU SÉNÉGAL	11
1.1.3.1 LA FORMATION INITIALE DES ENSEIGNANTS EN DIDACTIQUE DES SCIENCES	11
1.1.3.2 LES MÉTHODES ET LES PRATIQUES PÉDAGOGIQUES COURANTES DANS L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES	12
1.2 LE MANQUE D'ATTRACTIVITE DES FILIERES SCIENTIFIQUES	16

1.3 DES PERFORMANCES SCOLAIRES RELATIVES EN SCIENCES.....	17
1.4 LE PROBLEME DE RECHERCHE : LA FAIBLE PRISE EN COMPTE DES CONCEPTIONS INITIALES DANS L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES A L'ECOLE ELEMENTAIRE AU SENEGAL.....	19
1.5 LES QUESTIONS DE RECHERCHE.....	22
 CHAPITRE II.....	25
CADRE THÉORIQUE ET CONCEPTUEL.....	25
2.1 LE CADRE THÉORIQUE	25
2.1.2 LA NATURE DES SAVOIRS SCIENTIFIQUES A L'ÉCOLE ÉLÉMENTAIRE	25
2.1.3 LA DIMENSION PSYCHOSOCIALE DES CONCEPTIONS INITIALES.....	27
2.1.4 LES CONCEPTIONS INITIALES DES ÉLÈVES COMME OBSTACLE A L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES.....	31
2.1.5 LES CONCEPTIONS INITIALES DES ÉLÈVES COMME LEVIER D'AMÉLIORATION DE LA COMPREHENSION CONCEPTUELLE EN SCIENCES.....	36
2.1.6 LE CONSTRUCTIVISME DIDACTIQUE : UNE APPROCHE ÉDUCATIVE POUR FAIRE ÉVOLUER LES CONCEPTIONS INITIALES DES ÉLÈVES DANS L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES	38
2.1.7 LE MODELE ALLOSTERIQUE DE L'APPRENTISSAGE PROPOSÉ PAR GIORDAN (1989).....	44
2.2 L'ANALYSE CONCEPTUELLE.....	47
2.2.1 LA SCIENCE.....	47
2.2.2 LA CULTURE SCIENTIFIQUE.....	48
2.2.3 LES CONCEPTIONS INITIALES	49
2.2.4 L'ETAT DES CONCEPTIONS INITIALES RELATIVES AU SYSTEME DIGESTIF ET SES PROCESSUS.....	54
2.2.5.1 LES CONCEPTIONS INITIALES D'ELEVES SUR LE PROCESSUS DE LA DIGESTION	54

2.2.5.2 LES CONCEPTIONS INITIALES D'ELEVES SUR LES ORGANES DU PROCESSUS DE LA DIGESTION	55
2.3 LES OBJECTIFS POURSUIVIS.....	56
CHAPITRE III.....	57
MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE	57
3.1 UN EXPOSÉ CRITIQUE DE RECHERCHES AYANT ABORDÉ LES CONCEPTIONS INITIALES D'ÉLEVES	57
3.2 LE TYPE DE RECHERCHE ET JUSTIFICATIONS	63
3.3 LE CADRE DE RECHERCHE ET LES CARACTERISTIQUES DES PARTICIPANTS	64
3.4 LE CADRE DE RECHERCHE	64
3.5 LE PROFIL DES PARTICIPANTS	66
3.6 LES OUTILS DE COLLECTE DES DONNÉES.....	68
3.6.1 LES ENTRETIENS SEMI-DIRIGÉS	68
3.6.2 LES OBSERVATIONS NON PARTICIPANTES DE LEÇONS.....	70
3.6.3 LES GROUPES DE DISCUSSION (GD)	71
3.7 LA MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE.....	73
3.8 LA MISE EN ŒUVRE DE LA COLLECTE DE DONNÉES	76
3.9 LES CRITÈRES DE SCIENTIFICITÉ.....	78
3.9.1 LA CREDIBILITÉ	78
3.9.2 LA TRANSFERABILITÉ	78
3.9.3 LA FIABILITÉ	79
3.9.4 LA CONFIRMABILITÉ	79
3.9.5 L'EQUILIBRÉ	79

3.9.6 L'AUTHENTICITÉ	80
3.9.7 LA PRÉOCCUPATION ÉTHIQUE DANS CETTE RECHERCHE.....	80
3.10 LES LIMITES DE NOTRE ÉTUDE	81
CHAPITRE IV.....	83
RÉSULTATS OBTENUS.....	83
4.1 LA PRÉSENTATION DES RÉSULTATS DES OBSERVATIONS NON PARTICIPATIVES.....	83
4.1.1 LA PRÉPARATION DES LEÇONS PAR LES MAITRES : L'APPAREIL DIGESTIF, LA DIGESTION	84
4.1.2 LES MANUELS UTILISÉS DANS LA PREPARATION LOINTAINE DE LA LEÇON	84
4.1.2.1 LE GUIDE PÉDAGOGIQUE DE L'ENSEIGNEMENT ÉLÉMENTAIRE DE LA TROISIEME ÉTAPE CM2-CM2	85
4.1.2.2 LE LIVRET DE COMPÉTENCES DE L'ENSEIGNEMENT ÉLÉMENTAIRE DE LA TROISIEME ÉTAPE CM1-CM2	86
4.1.2.3 LE LIVRE DU MAITRE DE SCIENCES D'OBSERVATION DE LA TROISIEME ÉTAPE	86
4.1.2.4 LE MANUEL DECOUVERTE DU MONDE CM2	87
4.1.3 LES MOYENS PÉDAGOGIQUES UTILISÉS DANS LE DÉROULEMENT PROPREMENT DIT DE LA LEÇON	88
4.1.4 LES QUESTIONS POSÉES PAR LE MAITRE PAR RAPPORT AUX RÉPONSES ET HYPOTHESES FORMULÉES PAR LES ÉLÈVES	97
4.1.5 LA DÉMARCHE DE LEÇON	104
4.2 L'ANALYSE ET L'INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS	105
4.3 LA SYNTHÈSE DES PRINCIPAUX RÉSULTATS	129
4.4 L'ANALYSE DES RÉSULTATS AU PRISME DU MODÈLE ALLOSTÉRIQUE DE L'APPRENTISSAGE	130
CHAPITRE V.....	133

DISCUSSION DES RÉSULTATS ET CONCLUSION.....	133
5.1 L'ORIGINE DES CONCEPTIONS INITIALES, UNE RÉALITÉ PARTAGÉE DANS PLUSIEURS CONTEXTES	135
5.2 DES CONCEPTIONS INITIALES NAÏVES : CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES APPROXIMATIVES NE PERMETTANT PAS DE COMPRENDRE ADÉQUATEMENT UN CONCEPT SCIENTIFIQUE	138
5.3 L'IMPORTANCE DES CONCEPTIONS INITIALES DANS LA CONSTRUCTION DES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES	140
5.4 L'INFLUENCE DES CONCEPTIONS INITIALES ET LES RÉUSSITES SCOLAIRES	142
5.5 LES PROCESSUS D'ENSEIGNEMENT DU SYSTÈME DIGESTIF ET LES OBSTACLES DIDACTIQUES	143
CONCLUSION GÉNÉRALE ET RECOMMANDATIONS	145
ANNEXE 1 : GRILLE D'OBSERVATION NON PARTICIPANTES DE LEÇONS	149
ANNEXE 2 : GRILLE D'ENTRETIEN SEMI-DIRIGÉ.....	153
ANNEXE 3 : GRILLE DE DISCUSSION FOCALISÉE	155
ANNEXE 4 : AUTORISATION DE LA DIRECTION D'ÉTABLISSEMENT SCOLAIRE.....	157
ANNEXE 5 : CERTIFICAT ÉTHIQUE.....	158
ANNEXE 6 : CONSENTEMENT DU PARENT OU DU TUTEUR LEGAL.....	159
ANNEXE 7 : CONSENTEMENT DE L'ENSEIGNANT	161
BIBLIOGRAPHIE	163

REMERCIEMENTS

J'adresse mes remerciements les plus chaleureux et ma profonde gratitude à mon directeur de recherche, Ghislain Samson dont la rigueur, la générosité d'esprit, la disponibilité, les encouragements et la sollicitude constante à mon égard ont facilité la réalisation de mon projet de thèse. Les nombreuses rencontres et rétroactions dans le cadre de l'encadrement ont contribué à bonifier ma thèse et m'ont aussi permis de développer des compétences professionnelles qui me seront d'une grande utilité dans ma carrière de professeur. Je vous témoigne toute ma reconnaissance et vous remercie infiniment de m'avoir accueilli, adopté, compris, motivé et soutenu durant mon séjour au Québec.

Je remercie aussi vivement ma codirectrice des derniers mois, la professeure Catherine Simard pour son attention envers moi, les nombreuses séances de travail que nous avons eues avec mon directeur de recherche et ses pertinentes rétroactions qui m'ont permis d'améliorer ce projet. Je m'en voudrais de ne pas souligner également le travail d'accompagnement de madame Sandrine Turcotte qui a agi comme co-directrice des dernières années.

Mes remerciements vont également à la Présidente du jury la professeure Marie-Claude Larouche et à tous les autres membres du jury qui ont bien voulu accepter de faire partie du comité d'évaluation de ma thèse en me faisant des rétroactions qui m'ont permis de rehausser ce travail. J'adresse également mes remerciements au professeur Ousmane Sy qui a accepté de remplacer rapidement madame Larouche à titre de président de jury. Connaissant bien le milieu sénégalais, vos commentaires ont permis d'améliorer ma thèse. Je m'en voudrais aussi de ne pas remercier également les deux évaluateurs externes à savoir la professeure Donatille Mujawamariya et le professeur Brahim El Fadil pour la lecture attentive de la thèse et leurs judicieux conseils visant une bonification de mes travaux.

J'exprime aussi ma profonde gratitude au professeur Stéphane Thibodeau, Directeur du programme de Doctorat en éducation et à Carole Dontigny, Commis senior aux études avancées du Département des sciences de l'éducation de l'UQTR pour leur grande disponibilité et sollicitude constante à mon égard.

Je remercie également l'Inspecteur d'Académie de Dakar Ababacar Sadikh Niang qui a bien voulu m'autoriser à faire cette recherche dans sa circonscription éducative ainsi que toutes les directions d'écoles élémentaires, les enseignants et élèves qui ont participé à l'étude.

Je remercie aussi personnellement mes frères et amis qui n'ont cessé de me motiver et tous ceux qui, de près ou de loin, ont apporté leur contribution à la réalisation de cette thèse plus particulièrement au Doyen de la FASTEF le professeur Moustapha Sokhna, au professeur Abdoul Diallo et à l'ensemble de mes collègues qui n'ont jamais cessé de m'encourager. Mes vifs remerciements vont également à mon ami, le professeur El hadji Ibrahima Mboup pour les encouragements, relectures et corrections orthographiques de cette thèse.

Enfin, je ne saurais terminer sans remercier vivement et chaleureusement mes amis québécois Laurent Ouimet et sa femme Yousr Masmoudi, Daouda Fall et sa femme Vicky Baudouin, Woula Ndiaye et sa femme Awa Ciss qui m'ont grandement ouvert leur cœur, soutenu et encouragé durant mes séjours au Québec.

DÉDICACE

Je dédie ce travail à :

- ma grand-mère Mariétou Wade, mes oncles Samba Dièye et Oumar Dieng et à mes parents Djibril et Yacine Yade, très tôt ravis de mon affection. Je suis certain que là où vous êtes, l'aboutissement de ce projet vous rend fiers.
- ma femme Khady Dieng et à mes enfants Ndèye Fatou, Alioune Badara, Ndèye Yacine et Djibril qui ont souffert de mes nombreuses absences et moments de stress sans rechigner. Vous m'avez compris, supporté, soutenu, encouragé et motivé. Vous êtes le coup de pouce qui me pousse en avant.

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1 Le lien entre les conceptions initiales, le changement conceptuel et le constructivisme didactique	43
Figure 2.2 Les influences des conceptions initiales sur l'apprentissage des sciences (Giordan, Pellaud et Eastes, 2004).....	44
Figure 2.3 Le processus de transformation des conceptions initiales au cours de l'apprentissage des sciences (inspiré de Giordan 1989).....	46
Figure 2.4 Les influences des conceptions initiales sur l'apprentissage des sciences	51
Figure 4.5 Le schéma anatomique de l'appareil digestif observé dans la classe A	90
Figure 4.6 Le croquis de l'appareil digestif du maître A.....	91
Figure 4.7 Le croquis de l'appareil digestif du maître B	92
Figure 4.8 Le schéma anatomique de l'appareil digestif de la classe C	92
Figure 4.9 La fiche d'activité représentant le schéma anatomique de l'appareil digestif utilisé dans la classe A.....	93
Figure 4.10 La fiche d'activité représentant le schéma physiologique de l'appareil digestif humain de la classe B.....	94
Figure 4.11 La fiche d'activité représentant le schéma anatomique de l'appareil digestif humain de la classe C.....	95
Figure 4.12 La fiche d'activité représentant le schéma anatomique de l'appareil digestif humain de la classe D.....	96
Figure 4.13 La fiche d'activités représentant le schéma de l'appareil digestif annoté par le groupe 1 de la classe A.....	114
Figure 4.14 La fiche d'activités représentant le schéma de l'appareil digestif annoté par le groupe 5 de la classe A.....	115

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 3.1 Les méthodologies utilisées par les recherches ci-dessous explicitées et portant sur les conceptions initiales et le changement conceptuel en sciences.....	62
Tableau 3.2 Le profil des enseignants participants à la recherche.....	67
Tableau 3.3 Les types et nombre d'outils de collectes de données administrés par école.....	73
Tableau 3.4 Grille de classification des conceptions initiales émergées.....	76
Tableau 3.5 L'opérationnalisation et l'échéancier de la collecte des données.....	76
Tableau 4.6 L'information sur la collecte de données par observation non participative.....	84
Tableau 4.7 Les indications méthodologiques proposées aux enseignants par le MÉN pour les leçons d'IST à la troisième étape.....	97
Tableau 4.8 Les hypothèses formulées par les élèves de la classe A.....	99
Tableau 4.9 Les hypothèses formulées par les élèves de la classe B	100
Tableau 4.10 Les hypothèses formulées par les élèves de la classe C.....	101
Tableau 4.11 Les hypothèses formulées par les élèves de la classe D.....	102
Tableau 4.12 Les hypothèses formulées par les élèves de la classe E.....	103
Tableau 4.13 Le portrait des conceptions initiales idiosyncrasiques l'appareil digestif et la digestion.....	118
Tableau 4.14 Le portrait des conceptions initiales culturelles sur l'alimentation et la digestion.....	120
Tableau 4.15 Le portrait des conceptions initiales religieuses sur l'alimentation et la digestion.....	122

LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

ADÉA	Association pour le Développement de l'Éducation en Afrique
ANSTS	Académie Nationale des Sciences et Techniques du Sénégal
APC	Approche par les Compétences
BST	Bloc Scientifique et Technologique
CAP	Certificat d'Aptitude Pédagogique
CAPE	Cellules d'Animation Pédagogique
CÉB	Curriculum de l'Éducation de Base
CFEE	Certificat de Fin d'Études Élémentaires
CÉSA	Stratégie Continentale de l'Éducation pour l'Afrique
CÉSNU	Conseil Économique et Social des Nations Unies/ <i>United Nations Economic and Social Council [ECOSOC]</i>
CIPT	Centre International de Physique Théorique
CIS	Conseil International des Sciences
CNAES	Concertation Nationale sur l'Avenir de l'Enseignement Supérieur
CNPDEST	Comité National de Pilotage pour le Développement de l'Enseignement des Sciences et de la Technologie
CRES	Consortium pour la Recherche Economique et Sociale
CST	Conseil de la Science et de la Technologie
DEE	Direction de l'Enseignement Élémentaire
DES	Direction de l'enseignement scolaire
DPRE	Direction de la Planification et de la Réforme de l'Education
ÉSVS	Éducation à la Science et à la Vie Sociale
GD	Groupe de Discussion
IA	Inspection d'Académie
IEF	Inspection de l'Education et de la Formation
IFADEM	Initiative Francophone pour la formation à Distance des Maîtres
INEADE	Institut National d'Étude et d'Action pour le Développement de l'Éducation
IO	Instructions Officielles
IUPAC	Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée
LPSÉ	Lettre de Politique Sectorielle de l'Education
MECEPEM	Ministère de l'Education Chargé de l'Enseignement Préscolaire, de l'Elémentaire et du Moyen
MÉN	Ministère Éducation Nationale du Sénégal
MENET	Ministère de l'Éducation nationale et de l'Enseignement technique
MESR	Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
MÉQ	Ministère de l'Éducation du Québec
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Economique
OMD	Objectifs du Millénaire pour le Développement
PADES	Programme d'Appui au Développement de l'Education au Sénégal
PAQUET	Programme d'Amélioration de la Qualité, de l'Equité et de la Transparence

PDEF	Programme de Développement de l'Education et de la Formation
PFEQ	Programme de Formation de l'Ecole Québécoise
PIA	Panel Inter Académies
PISA	Programme International pour le Suivi des Acquis scolaires
PPO	Pédagogie par Objectifs
PREMST	Projet de Renforcement en Mathématiques, Science et Technologie
PSE	Plan Sénégal Emergent
RNSE	Rapport National sur la Situation de l'Education
PSNRI	Plan Stratégique National de la Recherche et de l'Innovation
SAE	Situation d'Apprentissage et d'Evaluation
SNDES	Stratégie Nationale de Développement Économique et Social
SNERS	Système National d'Évaluation des Rendements Scolaires
STEM	<i>Science, Technology, Engineering and Mathematics</i> /Science, Technologie, Ingénierie et Mathématiques [STIM]
STISA	Stratégie de l'UA pour la Science, la Technologie et l'Innovation en Afrique
TWAS	Third World Academy of Sciences [TWAS]/Académie des Sciences du Tiers Monde
UA	Union Africaine
UNESCO	<i>United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization</i> /UNESCO/Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture

RÉSUMÉ

Cette thèse porte sur l'étude des conceptions initiales d'élèves sénégalais de la sixième année de l'élémentaire au regard des Sciences du vivant, plus particulièrement de l'appareil digestif et du processus de la digestion chez l'humain. En effet, le Sénégal est dans un contexte de renouveau pédagogique marqué par la généralisation du Curriculum de l'Éducation de Base (CÉB) dans le sous-secteur de l'enseignement élémentaire. Malgré les efforts consentis dans tous les ordres du système éducatif, l'enseignement des sciences à l'élémentaire est dans une situation peu reluisante du fait de plusieurs facteurs au nombre desquels on peut citer la faible prise en compte des conceptions initiales des élèves dans les situations d'apprentissage. Très jeunes, les élèves développent des conceptions précoces, incluant celles qui sont jugées naïves, qui teinteront, orienteront et feront parfois obstacle à leur compréhension d'un concept scientifique donné. En effet, les conceptions initiales sont des types de savoirs antérieurs, émanant souvent du sens commun, et de croyances épistémiques construits par chaque groupe social donné pour comprendre, expliquer et interpréter les phénomènes scientifiques qui se déroulent dans son environnement. Elles peuvent aussi être des images mentales créées par le sujet pour tenter de comprendre et d'expliquer les phénomènes scientifiques du monde naturel. Pour la plupart des cas, elles constituent des savoirs naïfs ou inconsistants pour comprendre un phénomène naturel, mais qui permettent quand même de l'expliquer, de façon plus ou moins cohérente. Ces formes de savoirs sociaux peuvent se cristalliser dans le raisonnement de l'enfant et perdurer jusqu'à l'âge adulte. Un enseignement efficace favorise une meilleure compréhension par l'identification et la prise en compte des conceptions initiales des élèves afin de leur permettre une appropriation durable de concepts scientifiquement reconnus par la communauté scientifique (Thouin, 2020). Cela étant, elles constituent de sérieux obstacles empêchant les élèves d'accéder au développement d'une culture scientifique en adéquation aux savoirs scientifiques reconnus par la communauté scientifique.

Cette thèse vise à identifier les types de conceptions initiales qui ont des origines diverses d'élèves sénégalais de la classe de CM2 au regard de l'appareil digestif et la digestion humaine, deux concepts scientifiques centraux du programme Éducation aux sciences, et leurs influences potentielles sur ces nouveaux apprentissages. S'appuyant sur une méthodologie qualitative interprétative, les principaux résultats issus de notre recherche descriptive montrent que les participants ont des conceptions initiales naïves d'origine culturelle, religieuse et idiosyncrasique ainsi que des connaissances scientifiques approximatives susceptibles de faire

obstacles à la compréhension des concepts scientifiques à l'étude et, plus précisément, à propos de l'appareil digestif et du processus de digestion dont il est question dans cette étude. La prise en compte des résultats issus de cette thèse par les autorités éducatives sénégalaises permettra d'améliorer l'enseignement des sciences à l'élémentaire en favorisant la prise en charge, lors d'une leçon, des obstacles épistémologiques et didactiques identifiés. Nos résultats permettront aussi d'enrichir et de contribuer à la mise en place une dynamique de formation continuée qui soutiendra les enseignants sénégalais du primaire dans la prise en compte des conceptions initiales des élèves en vue de soutenir le passage de celles-ci vers l'appropriation de savoirs scientifiques pour mieux comprendre le monde qui les entoure. Essentiellement, les principales retombées de la thèse sont un intrant significatif pour faire avancer l'enseignement des sciences au Sénégal au regard de la compréhension de la dimension sociétale des savoirs scientifiques ainsi que des obstacles et des leviers qu'ils peuvent constituer dans l'apprentissage de la science au primaire. Qui plus est, les résultats peuvent également amener les maîtres à mieux prendre en compte les conceptions initiales naïves et persistantes par la cohabitation avec la conception scientifique appropriée en milieu social.

Mots-clés : Apprentissages des sciences - Appareil digestif humain - Éducation aux sciences - Élèves sénégalais de la classe de CM2 - Processus de digestion - Conceptions initiales - Obstacles épistémologiques - Obstacles didactiques - Sciences.

INTRODUCTION

Au Sénégal, comme partout ailleurs dans le reste du monde, les sciences occupent une place centrale dans la vie économique et sociale (Fischer, 1997; Laliberté, 2015; MÉN, 2012; MESR, 2013; Sané, 2009; Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture [UNESCO], 2007; Vinck, 2006). Ainsi, dans la plupart des secteurs d'activités humaines, les retombées des sciences sont précieuses et incontournables. Celles-ci constituent une forme de connaissances humaines qui permet aux sociétés de comprendre et d'expliquer les phénomènes de l'univers, d'améliorer sensiblement leurs conditions de vie et de travail, mais aussi de participer de façon plus éclairée aux décisions qui influencent leur présent et leur avenir et, plus globalement, de l'humanité. En cela, les sciences sont fondamentales dans la vie humaine et leur apprentissage, dès l'école élémentaire, est essentiel pour comprendre le monde de façon à s'y adapter (Académie des Sciences et Académie des Technologies de France [AS/AT], 2020; Ministère de l'Éducation du Québec [MÉQ], 2006; Ministère de l'Éducation Nationale du Sénégal [MÉN], 2012, 2018; Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation [MESRI], 2023). L'apprentissage des sciences permet aussi aux élèves d'être en mesure d'adopter une attitude critique face aux défis d'ordre scientifique présents et futurs (Laliberté, 2015; Sané, 2009; Sy, 2019; Toussaint et Lavigne, 2001).

Au Sénégal, la promotion des sciences dans les politiques publiques est une priorité nationale. Elle est d'abord exprimée dans les principaux documents de définition des politiques économiques et sociales (Stratégie Nationale de Développement Économique et sociale [SNDÉS] (2013-2017), Plan Sénégal Émergent [PSÉ] (2012-2035) et Plan Stratégique National de la Recherche et de l'Innovation 2023-2032 [PSNRI] qui accordent une place fondamentale à la recherche, à l'innovation et au transfert de technologies. À titre d'illustration, parlant de l'importance des sciences, le gouvernement du Sénégal affirme dans la SNDÉS (2012) que « l'objectif principal est de participer à l'accélération du processus de développement, à travers l'application des sciences et des technologies » (p. 43). En ce qui concerne l'éducation, les différents documents de politiques éducatives édités par le MÉN (Programme d'Amélioration de la Qualité de l'Équité et de la Transparence [PAQUET : 2012-2025] (2012), Lettre de Politique Sectorielle de l'Éducation [LPSÉ : 2012- 2025] (2012)) ciblent aussi, à travers l'enseignement des sciences dès le préscolaire et l'école élémentaire, la sensibilisation et le développement des compétences et des qualifications indispensables à la croissance économique et au développement durable. En marge des documents de politiques éducatives,

le MÉN (2014) a réaffirmé la priorité qu'il accorde à l'enseignement des sciences à l'occasion des Assises nationales de l'éducation, en avançant que

Les sciences ont une grande importance dans la formation de l'apprenant : non seulement elles lui apportent des possibilités de se situer par rapport à son environnement, mais également elles lui offrent des atouts lui permettant d'aborder, au cours de son existence, les défis d'un monde en perpétuelle mutation. Il convient d'assurer la promotion de la culture scientifique et technologique de l'innovation, de redonner de la valeur à l'enseignement expérimental et à la démarche scientifique en encourageant le plus grand nombre d'élèves à étudier les sciences. (p. 98)

Dès lors, chaque élève doit être initié aux divers domaines d'apprentissage en science, dès l'élémentaire, et poursuivre les apprentissages en sciences au niveau secondaire. Cela lui permettra à la fois d'appréhender les phénomènes naturels et de comprendre les relations que l'humain a toujours entretenues avec son environnement. Or, ces relations sont influencées par les réalités socioculturelles, qui forment le prisme à travers lequel l'humain interprète son environnement qu'il perçoit comme un tout cohérent (Montpied, Hiolle, Gras et Tiberghien, 2011). Ratuva (2010) précise que les systèmes de connaissances sociales sont forgés par un contexte socioculturel déterminé, partagés et transmis de génération en génération par les membres constituant la communauté. Ces connaissances révèlent la façon dont une communauté définit, codifie et exprime son expérience et sa conception matérielle et idéelle du monde. Ce système explicatif est formé par un ensemble d'idées, de croyances, dont celles dogmatiques, et d'explications toutes faites transmises culturellement à l'enfant dès son plus bas-âge. Cela concerne aussi les images mentales ou idiosyncrasiques qu'un enfant a lui-même créées et portant sur un sujet de savoir précis. L'ensemble de ces systèmes de connaissances forment les conceptions initiales qui ne correspondent pas, ou qu'approximativement, aux lois et aux théories de la science actuelle (Thouin, 2009). Les conceptions initiales engendrent, selon plusieurs auteurs (Bachelard, 1938; Béty, 2013; Clément, 2003; Giordan, 1994; Laliberté, 2015; Thouin, 2017), des formes de savoirs préscientifiques, subjectifs et naïfs qui sont le plus souvent naïfs ou inconsistants pour expliquer et comprendre les phénomènes naturels qui se déroulent quotidiennement dans l'environnement de l'enfant. De par leur mode de raisonnement organisé, celles-ci présentent une certaine pertinence et cohérence dans l'explication de plusieurs phénomènes naturels. Cela explique qu'elles puissent se cristalliser dans le raisonnement scientifique de l'enfant et être une source d'obstacles dans le développement de sa culture scientifique en adéquation aux savoirs scientifiques actuels et persister jusqu'à l'âge adulte (Thouin, 2009, 2017).

Cette thèse a pour objet l'étude des conceptions initiales d'élèves sénégalais de la sixième année de l'école élémentaire (âgés de 12 ans) au regard du système digestif humain et du processus de la digestion, qui sont des concepts scientifiques abordés dans le programme scolaire en vigueur. Il s'agit de cerner, à la fois, les obstacles épistémologiques et didactiques que constituent les conceptions initiales dans l'apprentissage de concepts scientifiques associés au système digestif et à la digestion (Astolfi, Darot et Ginsburger-Vogel, 1997; Bachelard, 1975; Béty, 2009, 2013; Kane, 2003; Thouin, 2017) et l'opportunité qu'elles offrent pour faciliter et améliorer la compréhension conceptuelle des élèves (Des Lierres et Khan-Thanh, 2001; Laliberté, 2015; Giordan, 1989, 1996; Giordan et Pellaud, 2004; Toussaint et Lavigne, 2001; Vosniadou, 2013; Waldrip et Prain, 2006; Won, Yoon et Treagust, 2014).

Le premier chapitre de la thèse expose la problématique de recherche qui dresse un tableau général peu reluisant de la situation de l'enseignement des sciences dans le monde en général et au Sénégal en particulier, en raison de plusieurs facteurs dont l'influence des conceptions initiales sur les apprentissages des élèves. Également, il sera question de l'exploitation de la valeur ajoutée que l'on peut tirer de la prise en compte des conceptions initiales pour surmonter les difficultés qu'elles créent spécifiquement aux jeunes élèves de la sixième année de l'école élémentaire dans l'apprentissage de concepts scientifiques et comme moyen crucial pour améliorer leur formation scientifique. Ce chapitre se conclut par la formulation du problème et des questions de recherche.

Le deuxième chapitre expose notre cadre théorique et clarifie les concepts centraux de la présente étude. Il pose d'abord un regard sur la nature des savoirs scientifiques à l'école élémentaire ainsi que sur la dimension psychosociale des conceptions initiales. Par la suite, il expose notre approche théorique dans l'apprentissage des savoirs scientifiques s'inscrivant dans un constructivisme didactique. Il se poursuit avec l'élucidation des concepts clés de notre recherche à savoir les sciences, la culture scientifique et les conceptions initiales et des relations qu'ils entretiennent dans une situation d'enseignement-apprentissage de concepts scientifiques.

Le troisième chapitre décrit la méthodologie qui vise à apporter des moyens pratiques et concrets afin d'opérationnaliser les concepts à l'étude que sont le système digestif humain et la digestion, en vue de procéder à la collecte et l'analyse de données qualitatives.

Le quatrième chapitre, portant sur les résultats obtenus, permet de répondre aux questions de recherche liées à l'identification des types de conceptions initiales d'élèves sénégalais de la

sixième année de l'élémentaire vis-à-vis de l'appareil digestif et de la digestion ainsi que sur leurs influences potentielles dans le processus d'apprentissage de ces concepts scientifiques.

Enfin, le cinquième et dernier chapitre reprend les principaux résultats issus de chaque phase de la recherche, les discute en tenant compte des données de la littérature scientifique internationale. Il aborde également les retombées de la thèse et les perspectives de recherche.

CHAPITRE I

PROBLÉMATIQUE DE RECHERCHE

Ce chapitre décrit notre problématique de recherche qui est articulée autour de plusieurs points. Dans un premier temps, nous avons fait le portrait de la situation, des enjeux et des conditions de l'enseignement des sciences à l'école élémentaire au Sénégal tout en insistant sur les approches et les pratiques pédagogiques mises en œuvre aussi bien dans la formation des enseignants que dans l'apprentissage en la matière. Ensuite, notre problème de recherche relatif à la faible prise en compte des conceptions initiales dans l'enseignement des sciences à l'école élémentaire est présenté avant de terminer par la question générale et les questions spécifiques de recherche.

1.1 La situation de l'enseignement des sciences à l'école élémentaire au Sénégal : un tableau peu reluisant dans un contexte de renouveau pédagogique

Cette section dresse un tableau général de l'enseignement des sciences à l'école élémentaire au Sénégal dans un contexte de renouveau pédagogique. Elle évoque d'abord la vision prospective de l'enseignement des sciences, ensuite ses principaux enjeux et enfin les conditions dans lesquelles il est déroulé.

1.1.1 Une vision de l'enseignement des sciences à l'école élémentaire au Sénégal

Le Sénégal, sur lequel porte notre investigation, est dans un contexte de renouveau pédagogique marqué par la généralisation du Curriculum de l'Éducation de Base (CÉB) qui accorde une place prioritaire à l'enseignement des sciences dans tous les ordres du système éducatif (MÉN, 2012). Dans ce contexte, l'une des priorités que le gouvernement s'est fixée en matière d'éducation et de formation, selon le PAQUET-EF (2018-2030) et la Lettre de Politique Générale du Secteur de l'Éducation et de la Formation (LPSÉ, 2012-2025), est d'améliorer la qualité de l'enseignement aux sciences dans le cycle fondamental et au lycée. Cette priorité a pour finalité de concourir à la production du capital humain nécessaire au développement du Sénégal et de l'Afrique, comme retenue et recommandée à l'ensemble des États africains lors de la Triennale de l'Association pour le Développement de l'Éducation en Afrique (ADÉA) tenue à Ouagadougou, au Burkina Faso du 12 au 17 février 2012. Au Sénégal, la loi d'orientation 91-22 du 16 février 1991 structure le cycle fondamental en une éducation préscolaire et un

enseignement polyvalent unique comprenant successivement un enseignement élémentaire et un enseignement moyen.

Ainsi, à tous niveaux d'enseignement confondus, l'enseignement des sciences a une visée prospective portant, notamment, sur la formation à la pensée scientifique, le développement de la culture scientifique des élèves et à la formation des ressources humaines compétentes pour assurer l'émergence économique du pays. Au regard de cette orientation, à l'école primaire sénégalaise, dite également école élémentaire, les sciences constituent une discipline fondamentale, dont l'enseignement permet de développer des compétences de résolution de problèmes d'ordre scientifique chez l'élève. Dans ce renouveau pédagogique, marqué par la généralisation du CÉB comme nouvelle modalité de planification des apprentissages au primaire depuis l'année 2010, le gouvernement du Sénégal a expérimenté plusieurs projets pédagogiques et mis en place des structures œuvrant pour la promotion de l'enseignement des sciences.

Le concours de projets comme « La main à la pâte » mis en œuvre de 1999 à 2009, le Projet de Renforcement en Mathématiques, Science et Technologie (PREMST) développé de 2008 à 2015 ont permis au niveau de l'enseignement élémentaire, de contribuer au renforcement des compétences des personnels enseignants et à l'amélioration des apprentissages en sciences. Plusieurs sessions de formation continuée portant sur la didactique des sciences ont été organisées au bénéfice des maîtres qui doivent dorénavant placer les élèves au cœur des apprentissages, afin d'accroître leur motivation et leurs performances dans ce domaine d'apprentissage. À cela s'ajoute le Comité National de Pilotage pour le Développement de l'Enseignement des Sciences et de la Technologie (CNPDEST), créé en 2004 par le MÉN. Le CNPDEST a en effet pour mission essentielle de proposer des recommandations pertinentes pour un renouveau de la politique éducative nationale en matière d'enseignement des sciences, en rapport avec les besoins actuels du développement économique et social du pays. Il contribue, à travers une formation adaptée aux besoins spécifiques des élèves, à éléver leur niveau culturel, et ce, en développant notamment leurs compétences scientifiques. Parallèlement au CNPDEST, il existe aussi l'Académie Nationale des Sciences et Techniques du Sénégal (ANSTS). Depuis sa création en 2006, l'ANSTS s'attèle à la définition d'une politique éducative pour l'enseignement des sciences en rapport avec les tendances actuelles et aux besoins concrets du Sénégal. Elle œuvre aussi pour la promotion de la recherche scientifique, des innovations et des vocations scientifiques auprès des jeunes élèves en plus de

contribuer au développement de la culture scientifique et au rapprochement entre la science et la société.

1.1.2 Des enjeux de l'enseignement des sciences à l'école élémentaire au Sénégal

Dans plusieurs systèmes éducatifs du monde, l'apprentissage des sciences dès l'école élémentaire vise généralement à amener les élèves à comprendre et expliquer les phénomènes naturels, acquérir la culture scientifique et à développer une attitude citoyenne face aux enjeux et défis d'ordre scientifique qui ont des incidences sur la vie et les conditions d'existence humaine (DES, 2000; AS/AT, 2020; MÉN, 2013, 2018; MÉQ, 2006). Au Sénégal, parmi les principales missions qui se déclinent de la vision de la politique éducative du Sénégal et qui sont énoncées dans le PAQUET (2012-2025), on peut retenir en substance l'élévation du niveau intellectuel, culturel et scientifique de la population, mais également la formation d'une personne sénégalaise ancrée dans une citoyenneté consciente et active et intégrée dans la culture scientifique du XXI^e siècle. Au regard de ces missions, l'enseignement des sciences à l'école élémentaire sénégalaise poursuit des enjeux à la fois éducatifs et sociaux économiques.

1.1.2.1 Des enjeux éducatifs

Le Sénégal a connu trois modalités de planification pédagogiques qui ont assigné une place importante à l'enseignement des sciences à l'école élémentaire. Il s'agit des programmes traditionnels qui ont prévalu de 1960 à 1987, de l'entrée par les objectifs basée sur la Pédagogie par Objectifs (PPO) et de l'Approche Par les Compétences (APC) généralisée depuis 2012. Cependant, quelle que soit la modalité de planification des apprentissages retenue, l'enseignement des sciences à l'école élémentaire est considéré dans les documents d'orientation de la politique éducative comme une initiation scientifique poursuivant des objectifs à la fois éducatifs et utilitaires (MÉN, 1978, 1979, 1987, 2000, 2006, 2012).

Dans le contexte actuel de la mise en œuvre de l'APC, le programme scolaire en vigueur à l'élémentaire, l'initiation scientifique fait partie du domaine d'étude intitulé Éducation à la Science et à la Vie Sociale (ÉSVS). La compétence de base en sciences, visée par le MÉN (2008) au troisième cycle de l'école élémentaire sur lequel porte spécifiquement notre investigation, est d'amener les élèves à pouvoir « Intégrer des principes, démarches et techniques, dans des situations de réalisation d'objets courants et d'explication scientifique et technologique d'éléments et de phénomènes du milieu » (p. 225). Cette compétence de base se

manifeste dans des situations d'intégration où l'élève applique des principes, démarches et techniques dans l'explication scientifique de quelques phénomènes de son milieu ainsi que dans la réalisation et l'explication du mode de fonctionnement d'objets technologiques simples. Au regard de cette compétence de base, l'enseignement des sciences à l'école primaire vise une formation scientifique qui devra permettre aux élèves d'avoir une compréhension objective du déroulement et des conséquences des phénomènes scientifiques dans leur vie quotidienne mais aussi d'avoir un niveau de discernement entre la science et la technologie. À cet effet, le MÉN (2008) précise que

Il s'agit d'une initiation scientifique et technologique. L'accent sera mis sur des procédés simples de découverte des éléments du milieu (objets, phénomènes, êtres) ainsi que sur la manipulation, le montage d'expériences simples et la réalisation d'objets courants. Le maître veillera à l'exactitude du langage scientifique et technologique. (p. 232)

Dans la même perspective, les Instructions Officielles (IO) sénégalaises (MEN, 1978) qui ont pour but d'aider les maîtres dans la connaissance et la prise en compte des principes psychopédagogiques, démarches méthodologiques et objectifs dans l'enseignement des disciplines à l'école élémentaire précisent que les leçons de sciences ne doivent pas être des cours théoriques coupés du monde réel et du vécu des élèves. Selon les IO, dans l'enseignement scientifique,

Les leçons portent obligatoirement sur des faits, des objets qui sont mis sous les yeux, entre les mains des enfants, faits et objets familiers présentant un intérêt pratique certain. L'enseignement scientifique sera étroitement adapté au milieu. Il mettra l'enfant en contact avec les choses, les réalités concrètes qui l'entourent. La méthode, à tous les cours, est fondée sur l'observation et l'expérimentation. (p. 5)

Ce faisant, l'enseignement des sciences au primaire est un cadre d'intelligibilité devant permettre d'établir des ponts de discernement entre les conceptions initiales des élèves qui sont forgées dans leurs contextes socioculturels et les connaissances objectives des sciences qui sont unies par des relations de cause à effet et régies par des lois, des propriétés et des constantes qui garantissent leur crédibilité. Cela veut dire que les cours de sciences doivent plutôt être des cours actifs qui mettent en œuvre des démarches d'investigation, de vulgarisation, d'analyse et de conception susceptibles d'apporter des explications objectives et vérifiables sur le déroulement et les répercussions sociales et économiques de quelques phénomènes scientifiques vécus par les apprenants dans leur milieu. L'enseignement des sciences vise ainsi à développer, chez tous les élèves, des compétences de résolution de problèmes d'ordre

scientifique ainsi que le développement de la culture scientifique. Le développement de la culture scientifique dès le bas- âge contribue ainsi à éveiller l'intérêt et la curiosité des enfants pour les sciences et à les doter des prédispositions requises pour poursuivre les apprentissages prescrits dans le curriculum. Cela peut aussi faire naître des vocations pour suivre des formations scientifiques et dans des niveaux d'études plus élevés. La promotion et le développement de cette culture scientifique est également une préoccupation majeure de l'État du Sénégal qui lui accorde une importance capitale sur les plans économique et social, et recommande sa prise en charge dès l'enseignement préscolaire. De plus, le Plan Stratégique National de la Recherche et de l'Innovation (PSNRI) 2023-2032 et le MESR (2023) insistent sur le fait qu'en l'absence de culture scientifique, il est difficile pour une nation d'appréhender la complexité et les enjeux liés à son développement social et économique durable. C'est pourquoi le MESRI (2023) recommande le renforcement des curricula du préscolaire et de l'élémentaire dans l'enseignement scientifique.

1.1.2.2 Des enjeux socio-économiques

Le programme d'éducation aux sciences prescrit à l'école élémentaire est lié à des enjeux économiques quant à la formation d'un capital humain dont les compétences et l'expertise doivent être alignées aux besoins de développement nationaux (gouvernement du Sénégal, 2012; MÉN, 2012, 2018; MESRI, 2023). Il s'agit, par le biais des sciences, de former des ressources humaines compétentes pour assurer l'émergence économique du pays, mais aussi de former des citoyens et des citoyennes averties face aux problématiques d'ordre scientifique. La formation de ce capital humain capable de porter le développement endogène du Sénégal et de contribuer à la transformation structurelle de l'économie et au développement durable du pays commence très tôt, dès le préscolaire et l'élémentaire (MÉN, 2012, 2018; MESRI, 2023). D'ailleurs, le MÉN (2014) avance

Les sciences ont une grande importance dans la formation de l'apprenant : non seulement elles lui apportent des possibilités de se situer par rapport à son environnement, mais également elles lui offrent des atouts lui permettant d'aborder, au cours de son existence, les défis d'un monde en perpétuelle mutation. (p. 98)

Dans cette même perspective du MÉN (2014), des chercheuses et chercheurs sénégalais soutiennent que l'enseignement des sciences véhicule des enjeux majeurs pour le progrès économique et social du pays (Samb, 2006; Sané, 2009; Sy, 2019). Samb (2006) renchérit que l'enseignement des sciences est une des voies par lesquelles les citoyens et les citoyennes

peuvent acquérir une certaine maîtrise de la science, de ses valeurs, des concepts et objectifs et de comprendre l'importance de l'effort scientifique à fournir pour leur développement socioéconomique et culturel, car, écrit-il : « Un savoir scientifique et technologique solide et équitablement réparti est un atout majeur pour éliminer la faim et la pauvreté, éradiquer les principales maladies endémiques, gérer durablement l'environnement et les ressources naturelles » (p. 8).

Pour sa part, l'UNESCO (2007) recommande que les sciences soient promues à tous les niveaux d'enseignement afin de préparer les élèves à vivre demain, dans des sociétés où la culture scientifique, la pierre fondatrice de la construction des capacités scientifiques de tout pays, est indispensable. L'enseignement des sciences a également d'autres vertus. Thouin (2017) soutient l'idée que l'enseignement des sciences assure à l'élève un développement cognitif équilibré, rehausse sa culture générale et son attitude citoyenne et le prépare aux ordres d'enseignements supérieurs. L'enseignement des sciences augmente aussi l'intérêt et la motivation de l'élève pour s'engager dans les carrières scientifiques que beaucoup d'élèves dans plusieurs pays du monde ont désertées bien qu'elles occupent une place importante dans nos sociétés (MESRI, 2023; Sy, 2019; Thouin, 2017).

Du fait de leur visée prospective, au Sénégal, l'enseignement des sciences revêt une importance capitale dès l'école élémentaire où elles sont érigées en priorité nationale. Nombre d'auteurs, comme Sané et Fam (2021), partagent la conviction que « Le renouveau d'une école au service du développement socio-économique, promu par la réforme du curriculum de l'éducation de base au Sénégal, ne se fera pas sans la rénovation et la valorisation de l'enseignement de la didactique de la science » (p.134).

En somme, dans la politique éducative, les sciences font l'objet d'une attention particulière et d'une adaptation en vue de mieux les conformer aux besoins actuels du développement économique et social du pays. Elles ont d'ailleurs, le statut de disciplines fondamentales. Selon le MÉN (2012, 2014), la maîtrise des disciplines fondamentales constitue la priorité des premiers apprentissages, parce qu'elle favorise la poursuite de la scolarité et que celles-ci sont utiles dans la vie de tous les jours. Cependant, malgré leur statut, l'enseignement des sciences à l'école élémentaire demeure confronté à des défis majeurs d'ailleurs discutés dans les trois prochaines sections.

1.1.3 Des conditions de l'enseignement des sciences à l'école élémentaire au Sénégal

Bien qu'il y ait une volonté politique affichée et de nombreux projets mis en place pour assurer sa rénovation et promotion, l'enseignement des sciences à l'école élémentaire au Sénégal, a toujours soulevé une série de questions par rapport à son efficience et à ses retombées. À titre illustratif, en 2012, le MÉN présentait les sciences comme étant « les parents pauvres du secteur de l'éducation » (p. 117) et ce, malgré les multiples efforts consentis par l'État pour les développer.

Pour tenter d'expliquer cette situation qui persiste, plusieurs goulots d'étranglement en lien avec divers facteurs peuvent être répertoriés dans différents rapports officiels et par l'entremise de travaux de recherche (ANSTS, 2003; CNPDEST, 2010; MÉN, 2005; MESRI, 2023; Niang, 2022; Sané, 2009; Sané et Fam, 2021, Sané et Mbodj, 2010; Sy, 2019). Parmi les difficultés, on peut citer la qualité de la formation initiale des enseignants en didactique des sciences, les conditions de travail difficiles ainsi que l'inefficacité des approches et des pratiques pédagogiques.

1.1.3.1 La formation initiale des enseignants en didactique des sciences

En ce qui concerne la formation initiale des enseignants, des études font état de réelles difficultés qui ne permettent pas de développer des compétences pour un enseignement scientifique auprès des stagiaires. La Direction de la Planification et de la Réforme de l'Education (DPRE) (2019) soutient que dans le développement des compétences d'enseignement en science, les personnes enseignantes de l'école élémentaire rencontrent des difficultés dès la formation initiale. Ces difficultés, selon Niang (2022), les rattrapent dans l'exercice de leur métier. Elles sont étroitement liées au profil dominant de littéraires dans la formation de base des élèves-maitres, qui constitue un obstacle à la maîtrise des fondements nécessaires à l'enseignement des sciences à l'école élémentaire. Cela fait que lors de la formation initiale, les élèves-maitres stagiaires ne sont pas, dans leur grande majorité, prompts à mettre en œuvre des approches pédagogiques et didactiques efficaces dans l'enseignement des sciences. Or, avoir un bon niveau scientifique permet à l'enseignant de mieux maîtriser les savoirs enseignés et de ne pas rester sur des savoirs déclaratifs qui tiendraient leur sens d'une simple accumulation de savoirs (Develay, 1994). Sur le terrain aussi, les difficultés persistent car, contrairement aux professeurs et aux professeures de l'enseignement moyen-secondaire, les personnes enseignantes de l'élémentaire ne sont pas des spécialistes de toutes les disciplines

qu'elles ont la charge d'enseigner (Niang, 2022). Ainsi, à l'élémentaire, nombre d'enseignants et d'enseignantes n'ont pas les compétences et les savoirs disciplinaires qu'ils doivent développer auprès de leurs élèves, en particulier dans l'enseignement scientifique. Ce déficit des pratiques pédagogiques est ainsi lié à la formation des personnes enseignantes dans le domaine spécifique de la didactique des sciences et que plusieurs auteurs jugent insuffisante et déficiente pour promouvoir l'enseignement des sciences (Sané et Fam, 2021; Sané et Mbodj, 2010).

1.1.3.2 Les méthodes et les pratiques pédagogiques courantes dans l'enseignement des sciences

Dans l'enseignement des sciences à l'école élémentaire au Sénégal, des études soulignent l'inefficacité des méthodes et des pratiques pédagogiques courantes marquées par la prégnance de la méthode transmissive (Niang, 2022; Sané, 2009; Sané et Fam, 2021; Sané et Mbodj, 2010). Ces auteurs dénoncent le fait que dans sa forme et ses contenus, l'enseignement des sciences à l'école élémentaire est plutôt transmissif, événementiel et factuel, incluant dans cela des types d'évaluation et de concours qui stimulent le bachotage. Dans le cadre de l'évaluation du projet « La Main à la pâte » par exemple, qui visait la rénovation et l'amplification de l'enseignement scientifique à l'école élémentaire, Sané et Mbodj (2010) dénoncent le caractère largement théorique, livresque et frontal de l'enseignement des sciences. Celui-ci se serait déroulé souvent dans un cadre scolaire peu favorable à la démarche scientifique du fait des effectifs pléthoriques d'élèves. Pour leur part, le MÉN (2005) et l'ANSTS (2003) s'accordent aussi pour dire que, dans la plupart des cas, les cours de sciences sont déroulés sous forme d'exposés magistraux, de restitutions et de résumés sans expérimentations. Le CNPDEST (2010) additionne à cela que « dans les enseignements scientifiques et technologiques, une vraie pratique expérimentale est inexistante ou rare. Lorsqu'elle est pratiquée, elle est presque exclusivement faite par l'enseignant et montrée aux élèves » (p. 4).

Toujours en ce qui concerne les pratiques pédagogiques associées à l'enseignement des sciences, Sané et Mbodj (2010) avancent que la démarche mise en œuvre en classe ne vise pas un parcours cohérent d'acquisition de connaissances scientifiques accessibles à l'enfant de l'école élémentaire. En effet, les leçons de sciences mettent davantage l'accent sur des contenus à restituer lors des évaluations scolaires plutôt que sur la maîtrise de compétences à développer. Dans la pratique de classe, les auteurs remarquent également qu'il n'y pas d'investigation, car la personne enseignante se contente soit de juxtaposer les phases d'observation et de

manipulation ou de recourir à l'illustration. Tout d'abord, l'enfant observe et manipule, puis l'enseignant introduit en conclusion des phrases comportant quelques mots du langage scientifique, sans lien significatif pour l'élève. Quant à l'illustration, il constitue un mode d'enseignement assez fréquent permettant à l'élève de lire sur un phénomène et de le vérifier par une manipulation structurée. Toutefois, dans ces cas de figures, il n'y a pas une investigation ou une exploration du phénomène donné, mais plutôt une manipulation ludique et une vérité scientifique donnée par le maître, ayant autorité sur ces savoirs pouvant sembler inaccessibles pour l'élève. Sané et Fam (2021) renchérissent en évoquant qu'à l'école élémentaire, l'approche verticale domine dans l'enseignement des sciences malgré le contexte de mise en œuvre de l'APC. Or, une telle approche, du fait de son caractère magistral et dogmatique présente des limites, puisqu'elle ne permet pas, à elle seule, de faire comprendre adéquatement les phénomènes scientifiques traités en classe. Énoncée par ces mêmes auteurs (2021), « la science ne se réduit pas à des mots, des phrases et des formules établis une fois pour toutes » (p. 138), mais elle se nourrit davantage d'expériences qui permettent d'utiliser les différents organes de sens au contact du réel pour observer, voir, écouter, goûter, sentir et toucher (L'Ecuyer, 2019). Allant plus loin dans les conséquences, des auteurs mentionnent que l'inefficacité des pratiques pédagogiques est l'une des principales causes du manque d'engouement des élèves du secondaire et du supérieur envers les filières scientifiques (Niang, 2022; Sané et Fam, 2021; Sy, 2019). Sy (2019) avance que les pratiques pédagogiques courantes et relatives à l'enseignement des sciences sont encore loin de donner satisfaction et ne sont pas pertinentes pour susciter et maintenir durablement l'intérêt des élèves à l'égard des sciences. Pour leur part, Sané et Fam (2021) soutiennent que « la désaffection des filières scientifiques au niveau supérieur est la conséquence d'une initiation déficiente à la science et à la technologie, marquée par l'usage d'approches pédagogiques inadaptées » (p. 134).

À ce manque d'efficacité des pratiques pédagogiques dans l'enseignement des sciences, s'ajoute le déficit ou l'inexistence de supports didactiques appropriés qui est aussi un problème sérieux à considérer. En effet, malgré les efforts déployés par le MÉN pour équiper les écoles en matériels scientifiques et former les enseignants à la conception de matériels didactiques, Sané et Fam (2021) signalent un manque d'intérêt et d'initiation des maîtres à concevoir du matériel didactique simple qu'ils peuvent utiliser. Le MÉN (2018) souligne aussi que malgré les efforts de l'État visant à doter chaque élève de manuels dans les disciplines fondamentales comme les sciences, la répartition montre des déficits encore plus importants entre les disciplines, en sus des disparités interrégionales. Dans le domaine des sciences, par exemple, le

ratio national livre/élève à la deuxième étape (CÉ1-CÉ2) et troisième étape (CM1-CM2) était de 0,5 en 2016. Sans tenir compte de la qualité des livres distribués, voire exempts de conceptions erronées, cela témoigne néanmoins que les manuels scolaires restent toujours insuffisants bien que les élèves doivent être évalués en fin d'année.

Sané et Fam (2021) signalent aussi un autre problème qui est lié à la gestion du temps d'apprentissage par les maîtres. Or, ce problème peut avoir une incidence sur la conduite des leçons de sciences qui doivent se dérouler, généralement, en plusieurs séquences. Ce constat est notamment observé chez les instituteurs titulaires de classe de CM2 qui sont obstinés à terminer le programme scolaire annuel car leurs élèves doivent passer en fin d'année les examens pour l'obtention du Certificat de Fin d'Études Élémentaires (CFEE) et l'entrée en sixième pour pouvoir rejoindre l'enseignement moyen. Or, dans l'esprit de l'approche par compétences qui est en vigueur au Sénégal, il s'agit plus de mesurer les acquisitions réelles des élèves que d'évaluer un programme (Bourny, Fumel, Keskpai et Trosseille, 2013).

En plus de ces problèmes, l'enseignement des sciences à l'école élémentaire est aussi confronté aux réalités du contexte socioculturel sénégalais. Ainsi, fortement teinté par l'environnement socioculturel, selon Sané et Mbodj (2010), l'enseignement des sciences à l'école élémentaire laisse peu de place à la culture scientifique. Cela peut être dû aux conceptions initiales qui sont des systèmes naïfs de compréhension et d'explication des phénomènes scientifiques qui se déroulent quotidiennement dans le monde naturel.

En somme, cette analyse situationnelle, concernant l'enseignement des sciences à l'école élémentaire au Sénégal, est préoccupante, d'autant plus que nos sociétés s'inscrivent dans une période de découvertes et d'applications scientifiques inédites où le développement d'une culture scientifique est fondamental. Néanmoins, l'enseignement des sciences demeure encore inadéquat, et ce, en raison de plusieurs problèmes décrits précédemment, tels que le manque d'efficacité des méthodes et des pratiques pédagogiques, les effectifs pléthoriques d'élèves, l'absence d'intrants didactiques et enfin, l'environnement socioculturel qui laisse peu de place à la culture scientifique (Sané, 2010) du fait des conceptions initiales au regard de certains savoirs scientifiques.

À l'image du Sénégal, certains pays africains et de l'Amérique du Sud sont aussi confrontés aux mêmes défis en ce qui concerne la qualité de la formation des enseignants, l'absence et l'insuffisance de matériels didactiques pour l'enseignement des sciences, mais aussi la pauvreté

de certains programmes dans le domaine des sciences, comme le signalent des recherches et rapports officiels. À titre d'exemple, en Côte-d'Ivoire, des observations de classes effectuées par le Ministère de l'Éducation Nationale et de l'Enseignement Technique (MENET) et l'Initiative Francophone pour la Formation à Distance des Maitres (IFADEM), au courant de l'année 2014 et pendant des cours de sciences, ont révélé que l'enseignement de cette discipline scientifique à l'école primaire n'est pas toujours dynamique. Le manque de vivacité des cours de sciences dans cette situation est dû au fait que certains maitres réalisent peu d'expériences, faute de matériels et s'appuient rarement sur le vécu des apprenants. Pourtant, la concrétisation et la contextualisation des apprentissages sont des éléments motivants et favorables à la compréhension des phénomènes scientifiques étudiés et observables par les élèves. En plus de cela, pour l'essentiel, les démarches transmissives des cours de sciences se résument à des séances de lecture expliquée, voire des leçons racontées aux élèves par le maître. Celles-ci feront l'objet d'une synthèse à étudier, ce qui, souvent, occasionne des difficultés dans l'appropriation des connaissances chez les apprenants. Par conséquent, la démarche expérimentale est négligée, bien que celle-ci soutienne l'appropriation de certaines notions en sciences et permette de développer, chemin faisant, chez les apprenants non seulement le jugement critique et l'argumentation, mais également le raisonnement scientifique indispensable à leur évolution.

Au Bénin, la situation de l'enseignement des sciences est aussi préoccupante. Kelani (2016) évoque les principaux problèmes de l'enseignement des sciences au primaire qui ne sont pas enseignées selon lui, comme elles devraient l'être. Il pointe du doigt la qualité et les contenus dérisoires des cahiers d'activités qui souffrent de scientifcité. À cela, s'ajoutent le manque de créativité des enseignants, l'insuffisance des équipements et le caractère transmissif des cours qui font que les apprenants se focalisent uniquement sur des connaissances notionnelles ou déclaratives.

Dans le même registre, Julien (2020) dépeint un tableau général des problèmes de l'enseignement des sciences en Haïti qui est semblable, à bien des égards, à celui du Sénégal. En effet, l'auteur pointe du doigt, le déficit de formation initiale et d'intérêt des personnes enseignantes du primaire au regard des sciences, le manque ou l'insuffisance de matériel didactique et de laboratoire dans les écoles. À cela, viennent s'ajouter des contenus obsolètes des manuels scolaires qui ne reflètent pas la réalité et les besoins sociétaux des jeunes haïtiennes et haïtiens. Ces éléments constituerait les principales raisons du déficit d'éducation

scientifique et, par ricochet, portant préjudice au développement de citoyennes et citoyens haïtiens éclairés et critiques.

Cette situation critique de l'enseignement des sciences en Côte-d'Ivoire, au Bénin et en Haïti s'apparente à celle du Sénégal pourtant engagé dans une mouvance de renouveau pédagogique. Les conditions difficiles de l'enseignement des sciences au primaire ne sont pas sans répercussions, notamment dans le développement même de la culture scientifique, mais aussi sur le choix d'orientation des élèves dans les filières scientifiques et technologiques au niveau du moyen-secondaire et même au-delà, dans l'enseignement supérieur. Elles entraînent aussi des conséquences sur la performance des élèves de l'élémentaire en sciences. Ces deux derniers aspects seront davantage discutés dans les deux prochaines sections.

1.2 Le manque d'attractivité des filières scientifiques

Au Sénégal, plusieurs études font part de l'enthousiasme décroissant des élèves envers les sciences. En effet, beaucoup de documents officiels et de recherches évoquent le manque d'attractivité des disciplines et filières scientifiques (ANSTS, 2003; CNPDEST, 2010; CRÉS, 2008; MÉN, 2013, 2014, 2018; MESR, 2013; Ndoye, 2010; Niang, 2022; Sané, 2009; Sané et Fam, 2021; Sy, 2019).

Cet enthousiasme décroissant est de plus en plus marqué par une tendance baissière et persistante des effectifs d'élèves dans les filières scientifiques presque dans tous les ordres du système éducatif. Depuis plus d'une décennie, les effectifs (d'élèves) dans les filières scientifiques et technologiques diminuent au profit des séries littéraires. En effet, selon le MESR (2013, 2023), le CRÉS (2008) et le MÉN (2013, 2014, 2019), environ 70 % des personnes étudiantes et des élèves du secondaire sont dans les filières littéraires contre 30 % dans les filières scientifiques et technologiques. À la suite de cette situation, le MÉN (2014 b) alerte que « Malgré les efforts fournis, le taux de fréquentation des séries scientifiques dans nos lycées, reste très faible au regard des attentes du pays en matière de formation scientifique » (p. 98). À titre d'illustration, les indicateurs des différents Rapports Nationaux sur la Situation de l'Education (RNSE) élaborés par la Direction de la Planification et de la Réforme de l'Education (DPRE, 2013, 2014, 2015, 2016 et 2017) qui ont suivi la mise en œuvre de la politique d' éducation déclinée dans le Programme d'Amélioration de la Qualité, de l'Equité et de la Transparence (PAQUET) signalent, au niveau du secondaire, une forte prédominance des filières littéraires et posent le défi de la promotion des sciences. Ces rapports révèlent qu'au

secondaire, les effectifs des élèves dans les séries scientifiques sont d'année en année largement inférieurs à ceux dans les filières littéraires et tertiaires, et continuent de baisser (29,1 % en 2013; 29,8 % en 2014; 29,3 % en 2015; 27,5 % en 2016; 26,3 % en 2017).

Dans le Programme d'Appui au Développement de l'Education au Sénégal (PADES, 2019-2023), le MÉN (2019) signale aussi que l'orientation des élèves vers les filières scientifiques demeure en deçà de l'objectif ciblé de 34,8 % et qui est de 23,9 % actuellement. Au même moment, l'effectif total des étudiants inscrits dans les filières scientifiques dans les universités sénégalaises est de 22,6 %. Conséquemment, ces faibles taux ne permettent pas de créer le vivier de jeunes formés en mathématiques, sciences et technologies pour irriguer les formations professionnelles et supérieures utiles et prévues pour soutenir l'économie du pays. En somme, malgré les initiatives prises par les autorités, les parcours académiques en sciences de notre pays sont loin d'attirer assez d'élèves et de personnes étudiantes. Dès lors, il est urgent d'agir pour renverser la situation, voire équilibrer la tendance, afin de former des ressources humaines capables de contribuer au développement intellectuel et économique du pays. Pour justifier cette situation, des raisons sont avancées par le milieu de la recherche sénégalaise, dont certaines études indexent l'inefficacité des pratiques pédagogiques courantes des enseignants susceptibles d'avoir des incidences sur les performances scolaires des élèves en sciences (Fam et Mbodj, 2021, Sané et Mbodj, 2010; Sy, 2019).

1.3 Des performances scolaires relatives en sciences

Au niveau de l'élémentaire, l'évaluation de l'Éducation à la Science et à la Vie Sociale (ESVS) par le MÉN répond à un besoin de s'informer sur le rapport de connaissance et de maîtrise que l'élève entretient avec son passé, son environnement et les phénomènes scientifiques de la nature (Institut National d'Étude et d'Action pour le Développement de l'Éducation [INÉADE], 2016). Lors des évaluations de l'ESVS menées dans le cadre du Système National d'Évaluation du Rendement Scolaire (SNERS 6 et 7) respectivement en 2013 et 2016, les résultats obtenus ont attesté que les mesures d'accompagnement prises dans le cadre de la rénovation de l'enseignement des sciences commencent à porter leurs fruits et révèlent l'engouement des élèves pour la matière. Ainsi, au Cours Préparatoire (CP) qui correspond à la deuxième année de l'élémentaire, en 2013, les scores obtenus en ESVS (42,3 %) et en Mathématiques (39,9 %) sont relativement bons comparés au score du français (28,4 %). Au Cours Élémentaire deuxième année (CE2), la tendance se confirme avec des résultats globaux encore meilleurs

dans le domaine de l’ESVS qui enregistre un score 33,3 %, suivi du domaine Mathématiques (26,5 %) et enfin du domaine Langue et communication (26,3 %). Dans l’enseignement scientifique, les scores moyens obtenus sont de 34,6 % pour les CP et de 45,0 % pour les CE2. Cependant, il est intéressant de signaler que dans l’ensemble, les résultats restent toujours faibles, car le seuil de maîtrise minimum de compétences de 50 % n’a pas été atteint dans aucune des trois disciplines. Toutefois, en 2016, les évaluations du SNERS 7 révèlent encore de bonnes performances des élèves de l’élémentaire en ESVS, qui se situent désormais au-dessus du seuil minimal de maîtrise dans tous les domaines cognitifs en ESVS particulièrement au CP. Les scores obtenus dans les trois processus d’évaluation que sont l’identification, l’explication et l’utilisation des faits historiques, géographiques, scientifiques et environnementaux dans des situations de vie courante ont été respectivement de 66,6 %, 55 % et 66 %.

Au CE2, par contre, les résultats obtenus sont mitigés. En effet, seul le processus « découverte de faits historiques, géographiques, scientifiques et environnementaux » a enregistré un score acceptable avec 50,6 % au moment où les scores restent en deçà du seuil minimal avec 46,5 % en « analyse et interprétation des faits historiques, géographiques, scientifiques et environnementaux » et seulement 37,6 % en « utilisation de connaissances ». Ces résultats montrent que, même si les élèves de CE2 parviennent à découvrir des faits scientifiques, ils restent très limités dans un domaine cognitif essentiel tel que l’utilisation des connaissances théoriques acquises mais aussi dans les stratégies liées à l’analyse et à l’interprétation de ces connaissances ; ce qui peut être lié à une faible prise en compte de leurs conceptions initiales dans l’apprentissage des sciences.

Par ailleurs, les récentes évaluations du Programme International pour le Suivi des Acquis scolaires (PISA) (MÉN et OCDE, 2018), signalent aussi qu’au Sénégal, les élèves de l’école élémentaire sont peu performants en sciences. Selon le PISA, seuls 24,7 % des élèves sont capables d’utiliser des connaissances scientifiques et procédurales courantes pour reconnaître et expliquer des phénomènes scientifiques simples. En plus de cela, seuls 53,2 % des élèves interrogés dans cette étude parviennent à identifier des relations simples de causalité ou de corrélation et d’interpréter des données scientifiques. Ces scores obtenus dans des types d’évaluation différentes montrent que les performances d’élèves sénégalais de l’élémentaire dans les sciences sont relatives malgré les efforts déployés et les attentes.

En cela, la prise en charge de l'enseignement des sciences à l'école élémentaire doit demeurer une priorité nationale. Pour ce faire, il s'agira de prendre en compte les difficultés observées dans la pratique qui aura, inévitable, des retombées positives chez l'élève, puisque la manière d'apprendre des élèves et les outils pédagogiques et didactiques déployés et en soutien aux apprentissages peuvent agir sur leur curiosité, leur motivation à apprendre, sur leur réussite scolaire, voire susciter un engouement pour les sciences qui peuvent leur apparaître, encore aujourd'hui, peu accessibles.

1.4 Le problème de recherche : la faible prise en compte des conceptions initiales dans l'enseignement des sciences à l'école élémentaire au Sénégal

En raison de leurs origines sociale et culturelle, plusieurs auteurs considèrent les conceptions initiales comme un ensemble de savoirs préscientifiques, subjectifs et naïfs provenant de la culture et de l'expérience quotidienne ou de la pure imagination (Astolfi, Darot et Ginsburger, 1997; Bachelard, 1975; Béty, 2013; Fournier, 2015; Laliberté, 2015; Piaget, 1967; Thouin, 2017, 2020; Vogel, 1997). Ces conceptions initiales, qui sont ancrées dans les habitudes mentales des apprenants (ici les enfants de l'élémentaire) leur permettent de comprendre et d'expliquer les phénomènes scientifiques. Celles-ci seraient intimement liées à la culture humaine. En effet, dès leur jeune âge et autour d'eux, la plupart des enfants constatent et vivent des phénomènes naturels, les questionnent et tentent de les comprendre à partir des savoirs qu'ils ont reçus dans le cadre de leur éducation et culture. Laliberté (2015) signale que déjà, « Les enfants arrivent à l'école avec un bagage culturel. Les parents forgent habituellement leur intérêt à l'égard des sciences dès leur jeune âge » (p. 26). Allant dans le même sens, Toussaint et Lavigne (2001) avancent que l'élève arrive en classe avec des conceptions affectives bien établies, basées sur ses expériences et apprentissages antérieurs, qui teinteront sa compréhension et son interprétation de toutes nouvelles observations des phénomènes scientifiques. Cela veut dire que l'apprenant arrive déjà à l'école avec un ensemble d'idées reçues et préconçues, de savoirs culturels et d'images préscientifiques créés, à partir desquels il comprend et explique le monde qui l'entoure.

Cependant, ces conceptions initiales, dont la plupart sont incomplètes ou naïves, peuvent influencer et rendre difficile l'apprentissage de concepts scientifiques, car elles fonctionnent comme un système de connaissances intuitif et *a priori* suffisant pour tenter d'expliquer la réalité naturelle. Béty (2009) affirme, à ce propos, que « l'apprentissage des sciences est parfois ardu pour les élèves, notamment lorsqu'il remet en cause leurs conceptions » (p. iii). Astolfi et

al. (2006) renchérissent en évoquant que la complexité et le caractère conceptuel du savoir scientifique ainsi que les représentations analogiques préexistantes à l'enseignement peuvent parfois être des obstacles tenaces à l'enseignement et à l'apprentissage des sciences.

Au Sénégal, des études ont aussi montré que les élèves de l'élémentaire présentent des difficultés généralement liées à leurs conceptions initiales qui surgissent lors de l'apprentissage des sciences en tant qu'obstacle (Erny, 1987; Kane, 2003; Noupet-Tatchou, 2003; Sané, 2009; Sané et Mbodj, 2010). Cet obstacle aux apprentissages prendrait, notamment, son origine dans le cadre de la formation sociale de l'enfant, où il est exposé à diverses influences et où il reçoit des connaissances qui fonctionnent comme des normes diffuses et implicites et qui agiront sur ses rapports à son environnement et sur sa façon de l'appréhender (Erny, 1987; Mucchielli, 2001).

Dans notre contexte sénégalais, le programme scolaire en sciences à l'élémentaire s'intitule Éducation à la Science et à la Vie Sociale (ESVS). Le domaine ESVS couvre plusieurs disciplines, à savoir l'Histoire, la Géographie, la Science, Vivre dans son milieu et Vivre ensemble, et vise l'éveil de l'enfant et le développement de son sens de l'observation, sa capacité d'interprétation des phénomènes physiques, chimiques et culturels qui ont eu lieu ou qui se déroulent dans son milieu de vie. Cela veut dire que l'enseignement des sciences essaie de tenir compte de la réalité sociale et culturelle des apprenants ainsi que des connaissances qui leur sont transmises dans le cadre de leur éducation. Cependant, comme mentionné précédemment, la formation des personnes enseignantes de l'élémentaire en didactique des sciences est jugée déficiente et trop théorique, de par la mise en œuvre d'approches pédagogiques inefficaces en classe (Sané, 2010; Sané et Fam, 2021). Sané et Mbodj (2010) rajoutent que l'apprentissage des sciences à l'élémentaire se déroule dans un environnement socioculturel qui laisse peu de place à la maîtrise des concepts scientifiques et au développement de la culture scientifique qui sont, pourtant, des objectifs majeurs visés dans le cadre de la mise en œuvre du PAQUET. Il faut noter également que la prise en compte des conceptions initiales des élèves est faible, voire quasi inexistante dans les pratiques enseignantes. Ce n'est que lors de la première phase du PREMST (en 2008) que les interférences et les obstacles épistémologiques des savoirs culturels vs les savoirs scientifiques ont commencé à être pris en compte. Depuis lors, les personnes enseignantes reçoivent des formations continuées en didactique des sciences et en ce qui concerne les conceptions initiales, il leur est désormais demandé de recueillir les représentations des élèves au regard de tout

concept scientifique avant d'entamer la séquence d'apprentissage. Cela permet aux enseignants d'aider les élèves à surmonter les éventuels obstacles que les savoirs sociaux sont susceptibles de poser ou encore de partir de ces conceptions initiales pour améliorer la compréhension conceptuelle. Cette relation itérative leur permet ainsi de prendre en compte les influences potentielles des conceptions initiales sur l'apprentissage des concepts scientifiques et de faire avec ou d'aller contre elles, selon Giordan (1989). Cela remet sur la table l'importance de prendre en compte les conceptions initiales des élèves dans l'apprentissage des sciences.

Dans le domaine de la didactique des sciences, de nombreuses études ont démontré que les élèves possèdent des conceptions initiales, parfois fréquentes, au regard de certains phénomènes naturels qu'ils vivent quotidiennement et qui précédent l'apprentissage scolaire des sciences. En effet, en contexte d'apprentissage formel ou lorsqu'ils sont tout simplement exposés à un nouveau phénomène scientifique, les élèves mobilisent certaines de leurs conceptions initiales. Ces dernières constituent, *a priori*, le premier moyen qui leur permet de raisonner face à des situations problèmes, de comprendre, d'interpréter et d'expliquer toute information nouvelle. Or, les conceptions initiales peuvent entraver parfois l'appropriation de savoirs scientifiques fondamentaux tels que ceux dans les domaines de la physique, de la chimie et dans les sciences du vivant (Astolfi et Develay, 1989; Giordan, 1996; Ouarzeddine, 2019). De ce fait, la prise en compte des conceptions initiales dans les processus d'enseignement et d'apprentissage des sciences représente un intérêt primordial et soutenu par nombre de didacticiens des sciences (Astolfi et Develay, 1989; Béty, 2013, Giordan, 1996; Laliberté, 2015, Morin, 2016; Ouarzeddine, 2019, Thouin, 2009, 2017). Selon Ouarzeddine (2019), l'intérêt de prendre en compte les conceptions initiales dans l'apprentissage des sciences est double. C'est pour les élèves, une opportunité de prise de conscience de l'incohérence de leurs systèmes explicatifs, ce qui peut les aider à avoir une sorte de vue introspective et les inciter, chemin faisant, à « en opérer une réflexion critique lors de leur apprentissage scolaire des sciences » (p. 29). Pour l'enseignant, accorder un intérêt particulier aux conceptions initiales « représente une condition indispensable pour pouvoir proposer des situations d'apprentissage adéquates » (p. 29). Dans cet ordre d'idées, Morin (2016) souligne aussi que le fait de connaître les conceptions initiales des élèves et d'en tenir compte peut permettre à l'enseignant d'anticiper sur les obstacles qu'elles créent lors de l'apprentissage, d'adapter ses méthodes de travail et de construire des activités pédagogiques qui permettent de les déstabiliser ou de les faire évoluer en vue

d'acquérir de nouvelles connaissances scientifiques. Astolfi et Develay (1989) préviennent aussi que

Enseigner un concept en biologie, physique ou chimie, ne peut se limiter à un apport d'informations et de structures intellectuelles correspondant à l'état de la science du moment (...) ces données ne seront efficacement intégrées par l'apprenant que si elles parviennent à transformer durablement ses pré-conceptions (p. 32)

Erny (1985, 1987) soutient aussi que l'enseignant en milieu africain, doit s'atteler à comprendre et reconnaître l'influence de la culture et de l'éducation coutumière dans la vie de l'enfant et en tenir compte dans ses activités éducatives en vue de les transformer. De ce fait, il est fondamental pour la personne enseignante de toujours faire un lien, dans les cours de sciences qu'il donne, entre les phénomènes et objets étudiés et le vécu culturel des apprenants.

Dans cette étude, le thème de l'appareil digestif et de la digestion permet d'avoir accès à différents types de conceptions initiales accumulées par les enfants au regard de ces concepts et ce, dans le cadre de leur formation culturelle et sociale. En effet, les enfants peuvent avoir divers types de conceptions initiales découlant d'un phénomène scientifique invisible qu'ils n'ont la chance d'expérimenter qu'au tout début du processus, c'est-à-dire au moment de manger les aliments. D'autres types de conceptions émergent du rôle et de la fonction de certains organes composant le système gastro-intestinal humain. La faible prise en compte des conceptions initiales des élèves pourrait constituer un obstacle sérieux à l'appropriation des concepts abordés tout comme les considérer peut constituer un levier qui favorise leur apprentissage.

1.5 Les questions de recherche

Notre étude s'intéresse aux conceptions initiales d'élèves du troisième cycle du primaire, et porte sur un concept fondamental en biologie et central dans l'enseignement des sciences du vivant qu'est la digestion humaine. Les conceptions initiales sur le fonctionnement du système gastro-intestinal humain et de la fonction de digestion seront analysées sous l'angle d'obstacles épistémologiques potentiels à l'apprentissage et les résultats seront discutés en tant qu'élément à prendre en compte afin de mieux soutenir l'élève dans son processus d'apprentissage et dans sa compréhension conceptuelle du système digestif et de la digestion. Ce faisant, notre question générale de recherche est la suivante : Quelles sont les types de conceptions initiales d'élèves sénégalais de la sixième année de l'école élémentaire et leurs influences potentielles lors du processus d'apprentissage de l'appareil digestif et de la digestion ?

Au-delà de cette question générale de recherche, nous tenterons de répondre aux questions spécifiques ci-dessous :

- Quels types de conceptions initiales ont des élèves sénégalais de la sixième année de l'école élémentaire vis-à-vis de l'appareil digestif et de la digestion ?
- Comment leurs conceptions initiales identifiées peuvent-elles influencer leurs apprentissages scientifiques du système digestif et de la digestion ?

CHAPITRE II

CADRE THÉORIQUE ET CONCEPTUEL

Ce chapitre explicite les paradigmes théoriques et conceptuels qui sous-tendent notre thèse. Il est structuré en deux parties. Dans un premier mouvement, nous exposerons le cadre théorique. Par la suite, nous présenterons les concepts structurants que sont la culture scientifique, la science comme forme de connaissance humaine en général et en particulier le thème de l'appareil digestif et de la digestion humaine. L'élucidation du concept de conception bouclera cette partie.

2.1 Le cadre théorique

Dans cette partie nous aborderons les paradigmes théoriques qui structurent notre recherche, à savoir la nature des savoirs scientifiques, suivie de la dimension psychosociale des conceptions initiales. Par la suite, nous présenterons le constructivisme didactique qui est l'une des approches théoriques de l'apprentissage des sciences face aux conceptions initiales retenues dans le cadre de cette thèse ainsi que le modèle allostérique de l'apprentissage à partir desquels, nos résultats seront analysés.

2.1.1 La nature des savoirs scientifiques à l'école élémentaire

Selon des études québécoises, la nature des sciences à l'école primaire se décline, d'une part, en termes de savoirs conceptuels reposant sur des lois, principes, concepts et modèles, et des démarches de production de connaissances scientifiques (Hasni et Potvin, 2015). Ainsi, l'enseignement des sciences favorise chez les élèves le développement d'habiletés d'observation, de classification et de communication ainsi que l'acquisition des compétences de représentation, de symbolisation et de conduites opératoires tout en tenant compte des conceptions naïves difficiles à modifier plus tard (Laliberté, 2013, 2015; Thouin, 2017; Toussaint et Lavigne, 2001). Au Sénégal, c'est dans une perspective similaire que l'enseignement des sciences à l'élémentaire vise l'intégration des principes et démarches d'explications scientifiques de phénomènes du milieu (MÉN, 2013).

D'autre part, l'enseignement des sciences prend aussi en charge la relation qu'elles entretiennent avec la société ainsi que l'usage de leurs retombées dans la vie humaine. C'est pourquoi, selon le PFEQ, l'apprentissage des sciences est essentiel pour la compréhension du

monde dans lequel nous vivons, pour s'y adapter et participer de façon plus éclairée aux choix qui conditionnent le présent et l'avenir des sociétés. Dans la même perspective, Thouin (2017) avance que l'enseignement des sciences en particulier permet aux élèves d'acquérir certaines habiletés d'observation et de classification des objets et des êtres vivants, de pouvoir formuler des hypothèses et d'expérimenter, ainsi que des attitudes telles que la curiosité, la minutie, la précision, l'esprit critique et le respect de l'environnement.

En clair, Thouin (2017) soutient que l'étude des sciences étanche la soif de savoir des élèves en leur permettant de mieux comprendre le monde qui les entoure et de se familiariser progressivement avec plusieurs concepts scientifiques. Ce faisant, l'apprentissage des sciences participe à la fois à la formation intellectuelle et citoyenne des élèves en leur permettant de discerner la crédibilité et les limites des connaissances scientifiques et de mesurer leurs impacts sur la vie des êtres vivants et sur l'environnement. Fort de cela, l'enseignement des sciences concourt à la formation de la pensée scientifique de l'élève qui doit toujours s'efforcer de remettre en cause le monde des perceptions et faire un effort renouvelé vers l'objectivité dans la représentation du monde sensible. De plus, le processus d'apprentissage des sciences est fondé sur des démarches de pensée qui reposent sur la curiosité, l'étonnement, le questionnement, la créativité, l'imagination, la prédition, l'exploration, l'observation, la capacité de reproduire des expériences, l'interprétation des données en vue de comprendre et d'expliquer des phénomènes naturels.

Par l'appropriation de démarches de pensée prépondérantes, Charpak (2005) mentionne qu'elles outillent l'élève à raisonner bien autant qu'à connaître. Pour Giordan (2007) aussi, la priorité n'est plus d'enseigner les sciences pour elles-mêmes, mais d'introduire chez l'apprenant une disponibilité, une ouverture d'esprit sur les savoirs scientifiques, une curiosité d'aller vers ce qui n'est pas évident ou familier. Enfin, ces démarches permettraient ainsi aux élèves de mieux comprendre la nature des sciences, tant sur le plan conceptuel des phénomènes naturels et scientifiques que sur le plan du raisonnement logique et dans le développement de leur jugement critique que Laliberté (2015) considère comme « le fait de consentir à mettre en doute ses affirmations et celles des autres, d'accepter les confrontations de points de vue, d'affirmer ou de contredire avec des arguments » (p. 5).

2.1.2 La dimension psychosociale des conceptions initiales

À l'image de la complexité qui caractérise la connaissance humaine et certains phénomènes sociaux et scientifiques, l'étude des conceptions initiales, pour être efficace, doit être envisagée selon nous, dans une double interface sociale et psychologique. Celle-ci devra prendre en compte leurs fonctions, mais aussi et surtout leur envergure épistémologique, notamment dans l'apprentissage des sciences et cela, dès l'école élémentaire.

À cet égard, les conceptions initiales constituent un concept complexe qui se situe au carrefour de plusieurs disciplines que sont la sociologie, la psychologie et la psychanalyse. Les travaux de Durkheim (1898) portant sur l'étude des religions et des mythes, ceux de Moscovici (1976) sur la représentation sociale de la maladie ou encore, les recherches de Piaget (1967) sur la psychogenèse, de Freud sur la figuration, de Bachelard (1938) sur la formation de l'esprit scientifique, de Comte (1830) sur l'évolution des sciences, mais également de Béty (2009, 2013), de Giordan et de Vecchi (2002), de Thouin (2017, 2020) sur les conceptions initiales, pour ne citer que ceux-là parmi tant d'autres, permettent de mieux comprendre et de cerner la dimension culturelle des conceptions initiales.

En effet, dans ses travaux sur l'étude des religions et des mythes, Durkheim distingue les représentations collectives qui incluent les modes de pensée religieuse, mythique et scientifique et les représentations individuelles qui sont propres à chaque individu. Ces types de représentations sont variables en fonction des sociétés et des individus qui la composent. Selon l'approche durkheimienne des représentations sociales, la société est une réalité *sui generis*, c'est-à-dire qu'elle imprime et cristallise sur la structure cognitive de ses membres ses types de connaissances traditionnelles, ses valeurs et ses croyances. Ainsi, chaque société étale son emprise sur ses membres et influence leurs comportements et modes de raisonnement et d'action vis-à-vis de leur environnement social, physique et matériel. Sous ce rapport, nos idées individuelles ou nos propres conceptions du monde ne sont que des émanations du système de connaissances traditionnelles en vigueur dans notre groupe socioculturel d'appartenance. Ainsi, nos idées individuelles, qui sont des représentations purement individuelles caractérisées par leur instabilité et leur fugacité, ne sont que des émanations des représentations collectives qui proviennent de notre groupe socioculturel d'appartenance et sont, de ce fait, des conceptions initiales culturelles.

À l'image de la représentation sociale, la conception initiale est alors un type de savoir élaboré à partir, d'une part, des informations, croyances, valeurs et pratiques sociales de référence qui sont en vigueur dans chaque milieu culturel et, d'autre part, sur la base des expériences de vie individuelles de chacun de ses membres. Ces conceptions initiales sont, sous ce rapport, un système de connaissances traditionnelles qui constituent la propriété collective et le patrimoine culturel d'une société donnée. Elles englobent des dimensions culturelles, spirituelles, temporelles et spatiales. Cela veut dire que les connaissances traditionnelles, reflétant la culture d'une communauté humaine vivant sur un territoire précis, sont transmises de génération en génération par la culture et l'éducation pour remplir plusieurs fonctions sociales spécifiques. Elles assurent l'homogénéisation de la vision de la réalité et la stabilisation du cadre de vie des membres d'un même groupe social donné en leur fournissant des repères culturels et identitaires qui les distinguent symboliquement des autres communautés humaines.

Les conceptions initiales ont, ainsi, la particularité dans bien des situations de la vie courante, d'orienter nos conduites, nos manières de vivre, de penser et d'agir et d'influencer nos comportements et nos communications interpersonnelles, mais aussi la façon dont nous percevons et analysons des phénomènes scientifiques dans notre environnement. C'est dans ce sens que Montpied, Hiolle, Gras et Tiberghien (2011) caractérisent les conceptions initiales, comme une vision qui constitue, à la fois, un modèle explicatif et cohérent, *a priori* suffisant, pour appréhender la nature et la fonction d'objets utilisés dans la vie courante, mais aussi des aspects symboliques du milieu social et de l'environnement physique. Dans la même lancée, Moscovici (1976) soutient que les conceptions initiales forment un modèle explicatif organisé, simple, cohérent, parfois erroné et permettant à l'humain d'interpréter et d'expliquer le monde à partir de son histoire, de ses réalités socioculturelles et de son expérience individuelle.

Dans un autre élan, les travaux de sociologues, tels que Jodelet (1989), Abric (1994), Doise (1989) et Mucchielli (2001) sur les représentations sociales, permettent aussi, de mieux cerner la dimension culturelle des conceptions initiales. Pour Jodelet (1989), la représentation sociale est une forme de savoir pratique de sens commun permettant au sujet d'intégrer des informations et des connaissances élaborées et partagées par sa communauté pour construire et expliquer une réalité sociale. Abric (1994) aussi, considère la représentation sociale comme une vision fonctionnelle du monde qui permet à l'individu ou au groupe de comprendre la réalité, à travers son système de références socioculturelles et, ce faisant, de donner un sens à ses conduites. Selon Abric (1994), « toute réalité est représentée, c'est-à-dire appropriée par

l'individu ou le groupe, reconstruite dans son système de valeurs, dépendant de son histoire et du contexte social et idéologique qui l'environne » (p. 12). Cette forme de savoir pratique, toutefois distincte de la connaissance scientifique, que constituent les représentations sociales sert essentiellement, selon Doise (1989), à « l'ajustement pratique du sujet à son environnement » (p. 228). Quant à Mucchielli (2001), il signale que « la représentation sociale fonctionne comme un système d'interprétation régissant notre relation au monde et aux autres, orientant et organisant les conduites et les communications sociales » (p. 92). Ainsi, la représentation sociale fonctionne comme un système cognitif qui s'inscrit dans un cadre de pensée préexistant avec ses implications affectives et sociales normatives d'interprétation et d'action sur le monde physique et sur la réalité. Une représentation sociale est alors, en ce sens, le résultat de la transformation d'une série d'expériences concrètes que les membres d'un groupe social donné ont vécues, élaborées et partagées au point qu'elle agit dans bien des situations comme une norme ancrée, implicite et diffuse à laquelle on ne déroge pas.

Dans la même perspective, les travaux de Piaget (1967) sur la psychogenèse ont aussi permis de dégager les instruments cognitifs et les mécanismes de construction de la connaissance communs à la pensée préscientifique et scientifique. Il a développé une approche systémique et structurale des conceptions initiales à la fois mentale et sociale. L'approche piagétienne est basée sur l'idée que chacune des conduites humaines comporte, dès la naissance et à des degrés divers, un aspect mental et un aspect social. Cela revient à dire que toutes les fonctions de l'humain sont mentalisées, socialisées et hiérarchisées par des stades de développement sociocognitifs successifs et interreliés. Selon Piaget, les conceptions initiales sont des connaissances préalables, préscientifiques construites au cours de l'histoire du sujet et en fonction de son stade de développement mental. Elles révèlent, ainsi, la manifestation d'un mécanisme intellectuel et psychologique profond, permettant de comprendre l'appropriation des notions scientifiques chez l'enfant et l'adolescent et même chez certains adultes. Sous ce rapport, les conceptions initiales forment une structure mentale organisée, culturellement et socialement signifiante, et qui traduit la vision personnelle et idiosyncrasique que l'enfant a du monde qui l'entoure et la manière dont, *a priori*, il comprend et explique les phénomènes scientifiques.

Par ailleurs, dans une autre perspective, épistémologique et historico-critique de l'évolution des sciences, Comte (1830), puis Bachelard (1938) ont aussi montré dans la science, à l'instar de la psychogenèse, l'existence d'une rupture et d'une discontinuité entre les conceptions

préscientifiques et les savoirs scientifiques. Cette rupture s'inscrit dans un changement de cadre épistémique qui permet à l'élève de passer d'un état de connaissance irrationnelle à la pensée objective et d'accéder, chemin faisant, à une véritable éducation scientifique (Bachelard, 1938).

Les travaux de Sigmund Freud sur la représentation intrapsychique s'inscrivent également dans cette perspective heuristique et révèlent aussi que les conceptions initiales renvoient à un processus complexe et à un contenu et acte de pensée du sujet, voire sa propre représentation mentale de quelque chose. De ce fait, la conception initiale n'est pas un pur reflet de la connaissance scientifique et de la réalité du monde naturel, mais une construction naïve de la connaissance ou bien encore, une zone d'illusion de pensée nécessaire que chaque être humain crée ou peut créer pour accéder à la capacité d'être seul.

L'analyse psychosociale des conceptions initiales que nous venons d'effectuer nous instruit, d'une part, à savoir que la notion de conception initiale renvoie à une perception ou une connaissance culturelle des phénomènes sociaux et scientifiques qui est partagée par la majorité des membres d'une société donnée. En effet, on retrouve dans les pratiques sociales de référence comme dans l'imaginaire de chaque communauté humaine, une variété de conceptions initiales qui peuvent compliquer ou faciliter l'accès à la connaissance scientifique. L'analyse, nous a aussi permis de comprendre que l'être humain ne présente pas, à la naissance, les comportements sociaux parfaits et stabilisés, mais seulement des dispositions. C'est pourquoi tout au long de sa vie, il apprend, intérieurise et reproduit des comportements et des conduites, lui permettant de construire sa place dans la société. Pour ce faire, l'éducation et la culture jouent un rôle primordial dans le processus de formation sociale de chaque individu. En effet, au cours de son éducation familiale et sociale, l'individu apprend les éléments socioculturels et les règles de vie de son milieu et les intègre à la structure de sa propre personnalité, dans son agir et dans sa pensée. Ce que l'individu apprend oriente et guide son comportement et ses conduites, c'est-à-dire sa manière d'agir, de penser, de percevoir les divers phénomènes scientifiques qui se passent dans le monde naturel qui l'entoure. Ce faisant, la culture prescrit à l'humain des modèles de comportements et de conduites qui s'accompagnent toujours de normes sociales qui lui dictent ce qu'il doit ou devrait faire, penser, dire ou éviter. La culture joue ainsi un rôle de filtre qui influence la connaissance et la perception face à des objets de connaissances scientifiques dans un milieu de vie donné.

D'autre part, l'analyse nous a permis de mieux cerner les conceptions initiales des enfants qui se présentent comme un système cognitif produit par leur culture ou construit par leur et

idiosyncrasie qui est une pure forme d'imagination naïve personnelle. Plus précisément, les conceptions initiales forment une structure mentale organisée, culturellement et socialement signifiante, et qui traduit la vision personnelle et idiosyncrasique que l'enfant a du monde qui l'entoure et la manière dont, *a priori*, il comprend et explique les phénomènes scientifiques qui s'y déroulent. Ces conceptions initiales sont des systèmes de connaissances empiriques socioculturelles et des modes de pensées subjectives permettant aux élèves de comprendre et d'expliquer la réalité dans une manière distincte de celle de penser, d'interpréter et d'objectiver la réalité scientifique. En cela, elles forment une structure cognitive sous-jacente susceptible de résister au changement, et que l'on peut faire émerger lors de l'apprentissage des sciences qui, selon Thouin (2017), permet de venir à bout des inconsistances du monde vivant.

Sous ce rapport, les conceptions initiales qui sont susceptibles d'embarrasser les élèves, surtout lors de l'apprentissage des sciences, constituent des obstacles épistémologiques qu'il est impérieux de surmonter pour qu'ils changent de système de représentations (Develay, 1992) et accèdent à une éducation scientifique qui, selon Bachelard (1938), consiste à renverser les obstacles amoncelés dans la vie quotidienne par une élimination des éléments subjectifs.

2.1.3 Les conceptions initiales des élèves comme obstacle à l'enseignement des sciences

Pour Harlen et Jelly (2000), les sciences constituent un ensemble de savoirs qui tient compte de l'environnement humain et de son système de valeurs culturelles qui est à la fois matériel et idéal. Ce système de valeurs, basé sur une construction ontogénique, comporterait des savoirs culturellement ancrés ainsi que des pratiques propres à un groupe d'individus appartenant à une même communauté et qui se le transmettent de génération en génération (Duveen, 1999; Garnier et Sauvé, 2005; Mucchielli, 2001). En effet, au tout début de leur socialisation, les enfants commencent à intérieuriser les identités qui leur sont attribuées et à structurer leur pensée en fonction des valeurs de leur communauté d'origine. Vessuri (1994, 2001) soutient que les scénarios sociaux et culturels ont présidé au progrès des sciences qu'il considère comme un produit culturel, participant d'une réalité culturelle multiple, et qui est à l'image de la culture, mouvante et sujette à de surprenants changements. À cet effet, Ratuva (2010) précise que les systèmes de connaissances sont forgés par des contextes socioculturels déterminés et sont révélateurs de la façon dont un groupe social donné définit, codifie, se représente et exprime sa vision du monde, partant de son expérience quotidienne et des éléments de sa culture sous la forme de conceptions initiales. Le système de connaissances historico-socio-culturel auquel

recourt l'être humain pour interpréter son environnement a des implications affectives, normatives et diffuses du fait qu'il est inspiré par le sens commun (Mucchielli, 2001).

Cependant, chercher à comprendre et à expliquer les phénomènes scientifiques à partir seulement de perceptions simples et d'intuitions, mais aussi de sa culture, de son histoire ou de son expérience singulière peut présenter une pertinence très limitée. Une telle démarche est distincte de la manière de penser et d'objectiver les phénomènes et repose sur des explications d'ordre scientifique (des lois, des principes, théories, modèles, de relations de cause à effet et prédictibles) élaborées à partir de la méthode scientifique. Pour la plupart des situations d'apprentissages scolaires, les conceptions initiales des élèves, provenant de l'élaboration d'un raisonnement spontané, sont susceptibles de contraster avec les savoirs scientifiques qui résultent d'une élaboration réfléchie, méthodique et rigoureuse (Hasni et Potvin, 2015; Thouin, 2017). De ce fait, en dépit de plusieurs stratégies pédagogiques et didactiques, dans le cadre des enseignements explicites et répétés, certaines conceptions initiales se cristallisent dans le raisonnement scientifique des enfants et peuvent perdurer jusqu'à et au-delà même de l'âge adulte (Thouin, 2017). C'est pourquoi les conceptions initiales peuvent conduire fréquemment les élèves à donner des réponses naïves à des questions essentielles du fait qu'elles ne correspondent pas aux lois et théories de la science (Thouin, 2017) tout comme elles peuvent aussi les amener à donner des réponses acceptables, mais difficilement transférables dans la vie réelle. Cela étant, Bachelard (1938), de Vecchi et Giordan (1996) Thouin (2009, 2017) et Toussaint et Lavigne (2001), pour ne citer que ceux-là, ont montré que dans l'apprentissage et l'accès à la culture scientifique en adéquation avec les savoirs scientifiques actuels, il est indispensable de considérer les préjugés, les opinions ainsi que les savoirs antérieurs des apprenants qui fabriquent du sens et donnent des réponses plausibles à leur questionnement, bien qu'elles puissent être spontanées, incohérentes ou incomplètes.

Révélateur du rôle actif que joue l'élève dans ses apprentissages, dans la construction de son bagage de connaissances, l'enseignement des sciences implique une prise en charge des conceptions initiales en tant qu'éléments d'un réseau conceptuel et d'en favoriser sa transformation vers un autre modèle de raisonnement plus scientifique à travers un processus de déconstruction et de reconstruction ou encore d'inhibition. Un enseignement efficace favorisera une meilleure compréhension, l'identification et la prise en compte des conceptions initiales des élèves afin de leur permettre une appropriation durable de concepts scientifiquement reconnus par l'entremise d'un changement conceptuel (discuté à la section

2.2.6). Cela veut dire que les conceptions initiales restent plausibles pour l'enfant tant qu'elles ne sont pas placées dans une situation qui les remet en question et éprouve leurs limites. Dans ce processus, la connaissance, qui est un changement de représentations (Develay, 2002), se pose en termes de problèmes et d'obstacles épistémologiques à surmonter par l'apprenant (Bachelard, 1938) et où il doit construire des connaissances durables et souvent en contradiction ou incohérentes avec ce qu'il sait déjà.

Selon Bachelard, les connaissances scientifiques ne résultent pas d'une simple sédimentation des données issues de l'expérience du sujet. Elles se construisent dans un processus itératif de restructuration du savoir antérieur, à travers, aussi, l'investigation de l'information scientifique et le recueil des données du réel qui sont moins des données immédiates que des données déjà construites (Charbonnier, 1997). Dans le même sens, Orange (2002, 2003) signale que les savoirs fondamentaux et les problèmes scientifiques présentant une certaine apodicticité sont fortement liés à des phénomènes explicatifs, c'est-à-dire à des recherches d'explication et de caractérisation de phénomènes naturels. Sous ce rapport, les savoirs scientifiques sont des savoirs raisonnés, résultant de la construction et de la résolution de problèmes explicatifs parce « qu'il n'y a pas identité de statut entre les conceptions de départ et les connaissances à construire : il s'agit de passer d'une connaissance commune, d'une opinion non questionnée, à un savoir scientifique » (p. 88) afin de se rendre à l'évidence comme l'évoque Reboul (1992) : que « savoir en science n'est pas simplement savoir que, mais savoir que cela ne peut pas être autrement » (p. 77).

En effet, les obstacles épistémologiques qui se dressent au cours des situations didactiques sont susceptibles de brouiller la pensée scientifique et perturber l'appropriation des concepts fondamentaux, car ils viennent souvent avec des idées naïves ou bien une connaissance incomplète ou inconsistante qui ne permet pas d'appréhender la réalité avec discernement. À ce propos, des études ont montré que dans le cadre de l'apprentissage des sciences, les élèves du primaire possèdent, quelles que soient leur âge et leur origine culturelle, des conceptions initiales très variées, reliées par un réseau de relations et souvent inspirées des apparences immédiates et perceptibles du monde sensible (Bachelard, 1938; de Vecchi et Giordan, 1996; Erny, 1987; Kane, 2003; Laliberté, 2013, 2015; Piaget, 1977; Thouin, 2017; Toussaint et Lavigne, 2001). Cela veut dire que les conceptions initiales, qui surviennent lors de l'apprentissage des sciences, sont interreliées par une logique interne qui résiste au changement (Lanoue, 2013). À titre d'exemple, le corps humain, les organes de sens, la reproduction

végétative chez les plantes à fleurs, la puberté, les changements d'état de l'eau, le circuit électrique, la respiration, l'air et ses usages, l'alimentation, le système gastro-intestinal et son fonctionnement sont autant de concepts scientifiques que l'enfant peut connaître sans comprendre ou sur lesquels ses opinions ne correspondent pas à la réalité scientifique. Dans la même série et logique d'exemples, Giordan et Pellaud (2004), parlant de l'électrochimie, précisent que même si les élèves de l'école primaire sont capables d'utiliser les mots pile, batterie de voiture, générateur, condensateur, accumulateur, de les combiner avec les concepts d'énergie, d'intensité, de différence de potentiel, de tension, de courant électrique, ... l'écart entre ce que signifient ces termes pour eux et les concepts scientifiques est très grand. En effet, la plupart des enfants constatent et vivent autour d'eux des phénomènes naturels, les questionnent et tentent de les comprendre à partir des savoirs qu'ils ont reçus dans le cadre de leur éducation et de leur formation sociale et culturelle.

En Afrique en général et au Sénégal en particulier, des travaux portant sur l'enseignement des sciences ont montré que les élèves présentent de grandes difficultés généralement liées à leurs conceptions initiales qui imprègnent et façonnent leur existence (Erny, 1985, 1987; Kane, 2003; Noupet Tatchou, 2003; Sané, 2009, Sané et Mbodj, 2010). Dans ce cadre, on peut évoquer plusieurs exemples de conceptions initiales forgées et largement partagées dans la société sénégalaise et qui constituent, encore pour certaines populations, des moyens pour comprendre et expliquer de façon irrationnelle voire surnaturelle, quelques phénomènes scientifiques visibles dans leurs milieux de vie à partir de leurs références culturelles et de leurs histoires singulières.

Parmi les conceptions initiales au regard des sciences et qui font légion au Sénégal, nous retenons de présenter celles relatives aux éclipses lunaires et solaires, aux étoiles filantes, aux collines volcaniques des mamelles, aux forêts denses, à la houle, aux tourbillons de vent et de poussière qui constituent des concepts scientifiques au programme officiel de la sixième année de l'élémentaire.

En effet, de nos jours, bien que la science astronomique ait démontré que les éclipses solaires et lunaires sont des phénomènes naturels qui surviennent à des périodes déterminées à l'avance et au cours desquelles la Lune passe entre le Soleil et la Terre, au Sénégal, la conception communément partagée et surtout présente chez les personnes peu instruites ou vivant dans les villages, est tout autre. En effet, à chaque fois que survient une éclipse solaire ou une éclipse lunaire, les gens (surtout au village) paniquent, se regroupent, prient et donnent en aumône,

croyant que ces phénomènes naturels représentent un signe annonciateur d'une épreuve ou d'une catastrophe risquant de s'abattre sur eux et que seule l'invocation de Dieu peut éloigner. Il en est de même avec les croyances épistémiques sur les étoiles filantes que d'aucuns continuent de considérer comme un signe annonçant la perte d'une personne célèbre et indiquant la direction où elle habite. Or, de telles conceptions ne sont ni scientifiques ni religieuses, car selon l'islam (qui est la religion majoritaire), le Soleil et la Lune ne s'éclipsent pas pour la mort ou la vie de quelqu'un, ce sont plutôt des signes divins.

Au Sénégal, il est aussi partagé une explication légendaire pour tenter d'expliquer la formation des collines volcaniques appelées les mamelles qui sont situées à Ouakam dans la région Dakar. Dans ce village lébou¹, il est partagé par les populations que les mamelles représentent la dernière partie visible, c'est-à-dire les seins immersés par l'océan d'une jeune fille laide et bossue qui se serait suicidée, car faisant l'objet de moqueries de la part de ses proches. La jeune femme désespérée et surnommée « Khary la bossue » s'est jetée à la mer qui n'a pas voulu l'engloutir complètement, mais a plutôt laissé dépasser sa poitrine difforme, surélevée par sa bosse. Telle est l'explication que les populations de Ouakam donnent de ces deux protubérances volcaniques qui sont en réalité des phénomènes scientifiques naturels et non cosmogoniques ou surnaturels.

Par ailleurs, dans certaines localités du pays, les populations continuent de considérer les forêts denses à forte potentialité en termes de biodiversité comme des zones de résidence d'esprits maléfiques et de diables. C'est pourquoi, il existe encore au Sénégal, de vastes étendues de terres complètement désertées par les populations qui les considèrent comme étant des zones hantées qu'elles n'exploitent pas économiquement et dans lesquelles elles n'osent pas habiter. Une telle conception initiale de la forêt, comme lieu de résidence des mauvais esprits, a favorisé la conservation et la protection de la biodiversité dans certaines localités.

Dans le même registre des croyances épistémiques sénégalaises, il faut relever celles relatives à la houle et aux tourbillons de vent et de sable, deux phénomènes scientifiques différemment compris, expliqués et partagés par les populations selon leurs origines culturelles. En effet, la houle est un mouvement ondulatoire de la surface de la mer qui est formé par un champ de vent éloigné de la zone d'observation, tandis que les tourbillons se produisent lorsque la masse d'air

¹ Une ethnie du Sénégal, basée principalement à Dakar dont l'activité principale est la pêche.

située au voisinage du sol est très instable. Cependant, nombreux de pêcheurs pensent que la houle signifie que les esprits qui habitent dans la mer sont fâchés et réclament des libations. De ce fait, ils immolent, en guise d'offrande, des taureaux sur la plage, laissant le sang des bêtes emporté par les vagues. C'est pourquoi en cas de houle, ils ne vont pas en mer. Quant aux tourbillons de vent et de sable, ils sont considérés comme des déplacements d'esprits maléfiques, de diables qui répandent le mal, hantent les êtres humains, entraînent et détruisent tout sur leur passage. Pour s'en protéger, il faut prier.

De telles conceptions initiales au regard des phénomènes naturels qui se passent dans l'environnement de l'élève prennent tantôt origine dans les croyances culturelles, dans la religion ou bien dans l'imaginaire individuel. Ces conceptions initiales qui émanent du sens commun, de l'environnement social et culturel, de l'histoire et de l'expérience quotidienne de l'enfant sont certes indissociables du développement de son intelligence mais, elles peuvent tout de même constituer des obstacles à l'appropriation de la pensée scientifique et rendre ardue l'acquisition des connaissances scientifiques surtout en contexte d'apprentissage (Béty, 2009, 2013; Thouin, 2009, 2017). Cependant, bien que considérées parfois comme un obstacle à l'apprentissage des sciences, sur le plan épistémologique, plusieurs recherches ont montré l'impact positif de l'intégration des conceptions initiales d'élèves dans la compréhension et l'amélioration de l'apprentissage conceptuel des élèves en sciences.

2.1.4 Les conceptions initiales des élèves comme levier d'amélioration de la compréhension conceptuelle en sciences

Les conceptions initiales forment un ensemble de connaissances symboliques et empiriques provenant de la culture et de l'éducation. Elles comprennent aussi des croyances, des valeurs de référence, des pratiques ainsi que des conduites sociales signifiantes pour le sujet et qui sont le plus souvent subjectives. Fort de cela, elles ont la particularité de réifier, immobiliser et de cristalliser la pensée de l'enfant (Laliberté, 2015; Mucchielli, 2001; Thouin, 2017). Ce faisant, les conceptions initiales constituent le plus souvent des obstacles épistémologiques qu'il est impérieux de surmonter afin d'aider les élèves à accéder à la pensée scientifique qui se veut rigoureuse, conceptuelle, abstraite et dépouillée de tout caractère affectif et subjectif. Pour Bachelard (1938), le projet d'une éducation scientifique consiste à changer de culture, à renverser les obstacles amoncelés dans la vie quotidienne par une élimination progressive des éléments subjectifs. Selon aussi Thouin (2017), « les sciences sont une activité humaine qui consiste à résoudre les inconsistances susceptibles d'exister entre diverses conceptions des

objets, des êtres et des phénomènes du monde matériel et du monde vivant » (p. 20). Simard, Harvey et Samson, (2013) soulignent également que l'identification des obstacles est fondamentale dans la construction du savoir scientifique. Si l'enseignant n'en tient pas compte, selon Giordan (1994), les notions scientifiques qu'il enseigne à ses élèves risquent d'être éludées, déformées ou isolées à côté du savoir familier. Cependant, tout comme les savoirs scientifiques, les conceptions initiales restent vraies tant qu'elles ne sont pas placées dans une situation qui éprouve leurs limites en vue de les faire évoluer. Cela étant, l'enseignement des sciences nécessite une rupture par rapport au monde des conceptions initiales, mais aussi doit prendre racine dans ces mêmes conceptions, car l'apprentissage est la capacité pour le sujet à changer ses représentations (Develay, 1992). Dans cette optique toujours, Giordan et Pellaud, (2004) soutiennent que « *l'apprendre* est rarement un processus de transmission des savoirs par le maître qui dit et montre aux élèves ce qu'il faut faire, mais plutôt et avant tout un processus de transformation des questions, des idées initiales et des façons de raisonner habituelles des apprenants » (p. 50).

En d'autres termes, dans l'apprentissage des sciences, Astolfi et Develay (2002) soulignent que l'appropriation d'un concept scientifique ne se résume pas seulement à un ajout d'information, car « un véritable apprentissage scientifique se définit au moins autant par les transformations conceptuelles qu'il produit chez l'individu que par le produit de savoir qui lui est dispensé » (p. 29). En clair, il s'agit de la transformation dans le temps de la structure mentale de l'apprenant, de la reformulation complète de son cadre de questionnement et de la réélaboration de sa grille de référence qui passent par des phases de conflits ou d'interférences avec les savoirs scientifiques, car nous apprenons tous à partir de ce que nous connaissons. Giordan et Pellaud (2004) affirment que « l'enseignant, le médiateur n'a quelque chance de faire passer son message que s'il utilise réellement ces dernières pour les faire évoluer » (p. 4). Cela veut dire que l'apprenant placé dans une situation d'apprentissage des sciences possède auparavant un ensemble d'idées et de façons de raisonner et de produire du sens. Mais également, il se pose une myriade de questions qui orientent sa compréhension et son action pouvant trouver une forme de validation en retour. En effet, dans le domaine de l'apprentissage des sciences, l'appropriation d'une connaissance et d'une démarche tout comme la compréhension d'un phénomène ou d'une expérience dépendent, à bien des égards, de la prise en compte des conceptions initiales des apprenants. C'est à travers les conceptions initiales, qui jouent le rôle de filtre pour toute nouvelle information, que l'apprenant tente de comprendre les propos et d'interpréter les situations scientifiques qui lui sont proposées au cours de son apprentissage.

Ainsi, les conceptions de l'apprenant expriment sa manière de donner du sens, de comprendre le monde qui l'entoure et sont fortement ancrées dans sa structure mentale, ce qui leur garantit une certaine stabilité pour un moment précis. Comme le rappelle Giordan dans plusieurs de ses travaux (1990, 1994, 2004), le changement conceptuel suppose à la fois de faire « avec » pour aller « contre » les conceptions initiales. Le maître doit faire émerger les conceptions initiales de ses élèves comme point de départ afin de les restructurer, c'est-à-dire de les convaincre que leurs expériences et connaissances antérieures sont parfois erronées ou insuffisantes pour comprendre les phénomènes scientifiques.

Cependant, même si elles sont souvent des obstacles à la compréhension des concepts scientifiques, les conceptions initiales peuvent constituer un puissant outil qui offre à l'enseignant des pistes pour adapter ses stratégies, le niveau de langue et de langage, afin d'améliorer la compréhension conceptuelle des élèves et, par voie de conséquence, sa pratique pédagogique. Cela étant, l'enseignant doit s'appuyer sur les conceptions initiales des apprenants considérées comme amorce à son enseignement d'un concept scientifique donné. Dans ce sens, Won *et al.* (2014) ont montré que l'intégration des conceptions initiales dans l'apprentissage des sciences permet à l'élève de développer différentes stratégies pour apprendre, comprendre et expliquer avec cohérence les concepts scientifiques. En ce sens, pour Waldrip et Prain (2006) « en science, les concepts et les mots doivent impliquer la compréhension et l'utilisation de ressources de représentation appropriées pour établir des liens cognitifs entre les phénomènes appropriés et théoriques et les récits scientifiques » (p. 17).

2.1.5 Le constructivisme didactique : une approche éducative pour faire évoluer les conceptions initiales des élèves dans l'enseignement des sciences

Dans l'enseignement des sciences, plusieurs auteurs, privilégient une approche éducative qui s'inscrit dans une perspective constructiviste ou socioconstructiviste et place l'élève au cœur de la construction du savoir en vue de faire évoluer ses conceptions initiales en des conceptions scientifiques valides (Duit et Treagust, 2003; Legendre, 2002; MÉN, 2008; Mujawamariya, 2000; Mujawamariya et Guilbert, 2002; Piaget, 1967; Thouin, 2017, 2020).

En effet, le constructivisme didactique est une théorie pédagogique issue du structuralisme piagétien qui considère l'apprentissage comme le résultat d'une activité individuelle du sujet qui interagit avec un objet de savoir à travers une situation de résolution de problème. Au cours de ce processus qui le place au centre des apprentissages, l'élève devient l'acteur principal qui

construit ses connaissances nouvelles par tâtonnement, erreur et rectification, et ce, en établissant des ponts cognitifs entre ses conceptions initiales et les nouveaux savoirs scientifiques sous la guidance et l'étayage du maître. Selon Piaget (1977), le constructivisme s'appuie sur l'idée que la réalité du monde se construit dans la tête de l'individu à partir de son activité perceptive sous forme de conceptions, d'images et de modèles mentaux.

Tel que mentionnée précédemment, cette théorie conçoit l'activité de construction des connaissances comme un processus d'assimilation et d'accommodation, c'est-à-dire d'incorporation des informations nouvelles aux schémas de connaissance anciens. Conséquemment, les connaissances nouvelles qui en résultent constituent les nouveaux objets de pensée sur lesquels les sujets s'appuient pour agir (Piaget, 1977). Ainsi, dans le constructivisme, l'activité de l'élève est primordiale dans le processus de déconstruction des conceptions initiales et de construction de la connaissance scientifique. Couture (2002) souligne aussi l'importance de l'activité individuelle de l'apprenant dans la construction de sens partant de ses propres connaissances. Dans la même lancée, Boutin et Julien (2000) considèrent « le constructivisme comme une théorie de l'apprentissage qui décrit le processus de la connaissance comme une construction qu'effectue l'apprenant de façon active » (p. 13). Également, Thouin (2017, 2020) reconnaît le constructivisme didactique comme une nouvelle conception de l'enseignement et de l'apprentissage des sciences qui, d'une part, s'éloigne des exposés magistraux et de la mémorisation et, d'autre part, vise à faire évoluer les conceptions non scientifiques (connaissances primordiales) auxquelles certains élèves du primaire sont très attachés. Thouin (2020), précise à cet effet que

Le constructivisme didactique s'oppose au dogmatisme et à l'enseignement transmissif. Enseigner n'est pas seulement présenter le savoir, mais construire des dispositifs didactiques, des situations d'enseignement et d'apprentissage qui facilitent la construction de connaissances par l'élève et l'aident à les distinguer de certaines connaissances primordiales (p. 67)

Les connaissances primordiales constituent des formes de connaissances culturelles intériorisées par les élèves en fonction de leurs expériences et de leurs représentations, et qui leur permettent d'interpréter et de comprendre de façon subjective et partielle les savoirs scientifiques qu'on leur enseigne. Cela étant, les conceptions habituelles de l'élève au sujet de son environnement naturel doivent être remises en question, si on veut les faire évoluer vers des connaissances scientifiques. Cependant, les conceptions initiales, qui amènent souvent les élèves à donner des réponses fausses à des questions portant sur des concepts de sciences,

témoignent pourtant de modes de raisonnement organisés. Elles présentent une certaine pertinence dans l'explication de plusieurs phénomènes naturels, ce qui explique d'ailleurs qu'elles persistent jusqu'à l'âge adulte et qu'elles résistent à l'enseignement des sciences, tel qu'il est dispensé actuellement dans la plupart des écoles du monde. Dans le même élan, Mujawamariya et Guilbert (2002) considèrent aussi qu'avec l'approche constructiviste, l'apprenant construit progressivement son savoir à partir de ce qu'il sait déjà et en interagissant avec ses condisciples et les éléments constitutifs de son environnement. Cela permet de comprendre selon Thouin (2020) la manière dont les savoirs scientifiques se sont graduellement éloignés des connaissances primordiales qui peuvent s'avérer fausses.

Comme Thouin (2020), Astolfi *et al.* (1997) avaient déjà rappelé les principes majeurs du constructivisme didactique qui s'opposent à la simple transmission et à la réception passive de connaissances. Dans le processus de construction de connaissances, l'élève construit son savoir en agissant sur le réel seul ou bien en s'appuyant sur ses pairs à travers des conflits sociocognitifs qui remettent en cause ses conceptions initiales. À l'instar de Thouin (2017), Zimmermann-Asta, (1996) précisait que dans le constructivisme didactique, l'apprenant est l'artisan de ses propres connaissances qu'il construit en prenant appui sur ses connaissances précédentes qui sont perturbées par des conflits cognitifs. Pareillement, Bächtold (2013) relève la pertinence du constructivisme dans la didactique des sciences, car il considère les conceptions initiales des élèves comme des obstacles épistémologiques à surmonter et à adapter aux nouveaux savoirs scientifiques en les mettant dans une posture active dans l'apprentissage où surviennent des conflits cognitifs et sociocognitifs. C'est pourquoi, le constructivisme didactique intègre une dimension sociale qui est son prolongement naturel, c'est-à-dire le socioconstructivisme qui est une notion apparentée au constructivisme selon Béty (2009, 2013). En effet, cette dernière précise, dans son texte de 2013, que

Le constructivisme didactique peut également comprendre le socioconstructivisme puisque la composante collective n'en est pas exclue. Cette composante collective n'est toutefois pas un enjeu principal du constructivisme didactique, qui garde l'accent sur l'évolution des conceptions qui peut se produire chez chacun des élèves (p. 31)

Ainsi, pour favoriser la transformation des conceptions initiales en de vrais savoirs scientifiques, il est attendu que l'élève joue un rôle actif et soit au centre de ses apprentissages. Selon nombre de chercheurs, le socioconstructivisme renvoie à la construction de connaissances et de compétences dans un contexte social déterminé par l'entremise d'interactions sociales et

de conflits sociocognitifs nourris et entretenus par la confrontation des conceptions initiales de l'apprenant (Jonnaert et Masciotra, 2007; Lafortune et Deaudelin, 2001; Legendre, 2005; Raby et Viola, 2016). Dans ce sens, Raby et Viola (2016) définissent le socioconstructivisme comme « Une théorie de l'apprentissage qui postule que l'apprenant construit activement ses savoirs et développe ses compétences en s'appuyant sur ses connaissances antérieures et en résolvant des conflits sociocognitifs, et ce, en interaction avec les autres et son environnement » (p. 113).

Dans le cadre de cette thèse, nous avons choisi de recourir au constructivisme piagétien (1923, 1936, 1970) et au socioconstructivisme vygotskien (1978) qui sont deux théories scientifiques de l'apprentissage distinctes, mais complémentaires. Si, dans son approche développementale, Piaget soutient que l'apprenant construit ses connaissances par l'entremise d'interactions avec son environnement physique et social, le modèle socioconstructiviste de Vygotski s'appuie sur l'influence des facteurs socioculturels et historiques dans le développement cognitif. En effet pour Vygotsky, la construction des savoirs chez l'enfant est indissociable des interactions sociales qui sont facilitées par des instruments culturels de son milieu social tels que le langage, l'art ou les objets techniques, par exemple. De ce fait, les interactions sociales jouent un rôle crucial dans la construction des savoirs pour Vygotsky. Ces deux modèles privilégient, d'une part, le rôle actif de l'apprenant (Boutin et Julien, 2000; Couture, 2002), et d'autre part, l'importance « des interactions qui contribuent à ébranler les conceptions, à susciter des conflits sociocognitifs et à amener à justifier les interprétations » (Lafortune et Deaudelin, p. 206) des élèves dans les situations d'apprentissage des sciences.

Le choix du constructivisme didactique comme paradigme théorique dans notre recherche est aussi fondé sur le recours à la pédagogie de l'intégration qui est la base méthodologique de l'Approche par les Compétences (APC), la nouvelle modalité de planification des apprentissages privilégiée dans le CÉB en vigueur dans l'enseignement élémentaire au Sénégal depuis 2010 (MECEPEM, 2008; MÉN, 2009, 2013). À travers plusieurs documents officiels notamment le Guide pédagogique pour les classes du préscolaire à l'élémentaire (2010), les guides pédagogiques de la première étape (2006), de la deuxième étape (2006), de la troisième étape (2008) ainsi que dans le Programme d'Amélioration de la Qualité, de l'Equité et de la Transparence (PAQUET, 2013) et les manuels destinés à la formation continue des enseignants de l'élémentaire (2009), le MÉN rappelle et précise les fondements théoriques de l'APC que sont le constructivisme et le socioconstructivisme et ceux de la pédagogie de l'intégration qui en découle. En effet, le MÉN (2008) considère que

L'approche par les compétences est nouvelle. Elle s'alimente à partir de deux théories. Une première, qualifiée de constructiviste, selon laquelle il n'y a de connaissances que construites par l'expérience. Une seconde, appelée socioconstructiviste, qui avance l'idée que les connaissances sont fortement corrélées avec l'environnement social de la personne qui apprend. (p. 8)

En effet, la mise en œuvre de l'APC accorde une place importante à l'activité individuelle de l'élève dans le processus de construction du savoir et d'intégration à travers plusieurs situations problèmes qui tiennent compte de ses savoirs antérieurs, en vue de les faire évoluer. En effet dans l'APC, l'activité de l'élève est essentielle à la mobilisation des ressources de même que la prise en compte de ses conceptions initiales lors des apprentissages ponctuels. Selon le MÉN (2009), le véritable apprentissage passe par une activité consciente du sujet qui entre en interaction avec l'objet, ses pairs et son environnement social à travers la résolution d'un problème. Cela permet de motiver l'élève et de construire, ce faisant, des apprentissages durables et sensés. Pour rendre opérationnelle la mise en œuvre de l'APC qui caractérise les programmes intégrés du CÉB, le MÉN a choisi comme base méthodologique la pédagogie de l'intégration. Selon le MÉN (2008),

La pédagogie de l'intégration repose sur la mise en place d'un processus d'apprentissage qui ne se contente pas de cumuler des connaissances et savoir-faire, mais qui apprend à mobiliser ces connaissances et savoir-faire dans un contexte social, éthique, moral, etc., pour résoudre des situations problèmes qui ont du sens pour l'élève. (p. 14)

En d'autres termes, le recours à la pédagogie de l'intégration permet de placer l'apprenant dans une situation significative, à travers laquelle il apprend à intégrer de manière conjointe les savoirs et savoir-faire qu'il a acquis antérieurement lors des apprentissages ponctuels ou bien à partir de son expérience et de sa culture pour résoudre des problèmes de la vie quotidienne (MÉN, 2008). Pour ce faire, le maître doit concevoir une démarche pédagogique qui fait émerger et éprouver les limites des conceptions initiales des élèves, tout en les engageant dans une véritable activité consciente de recherche où ils deviennent acteurs de leur propre apprentissage.

Il ressort de cette analyse que les conceptions initiales, et le constructivisme didactique comme approche théorique de l'apprentissage des sciences sont intimement liés. Cela veut dire que l'action de l'élève, son activité au cours de l'apprentissage est indispensable pour la transformation de ses conceptions initiales en savoirs scientifiques durables. La figure 2.1 illustre les liens entre les conceptions initiales, le changement conceptuel et le constructivisme didactique comme approche théorique de l'apprentissage des sciences. Elle met en exergue

l'importance du constructivisme didactique dans le processus de déconstruction des conceptions initiales des élèves dans l'apprentissage des sciences.

En effet, le constructivisme didactique, qui s'appuie sur deux approches psychologiques du développement cognitif que sont le constructivisme et le socioconstructivisme, peut être considéré comme un point de départ du processus de déconstruction des conceptions initiales des élèves en vue de les transformer en des conceptions scientifiques, en adéquation aux savoirs scientifiques reconnus. Dans le constructivisme didactique, l'activité personnelle de l'élève tout comme les différentes formes d'interactions avec son maître et avec ses pairs sont fondamentales dans le processus de transformation de ses conceptions initiales. L'élève est l'artisan de la construction de son propre savoir, mais les interactions avec ses pairs sont aussi importantes pour l'amener à confronter ses conceptions initiales avec les leurs, les remettre en question et prendre conscience de leurs inconsistances parfois. La prise de conscience permet, en dernière étape, le changement conceptuel et l'accès à la connaissance objective.

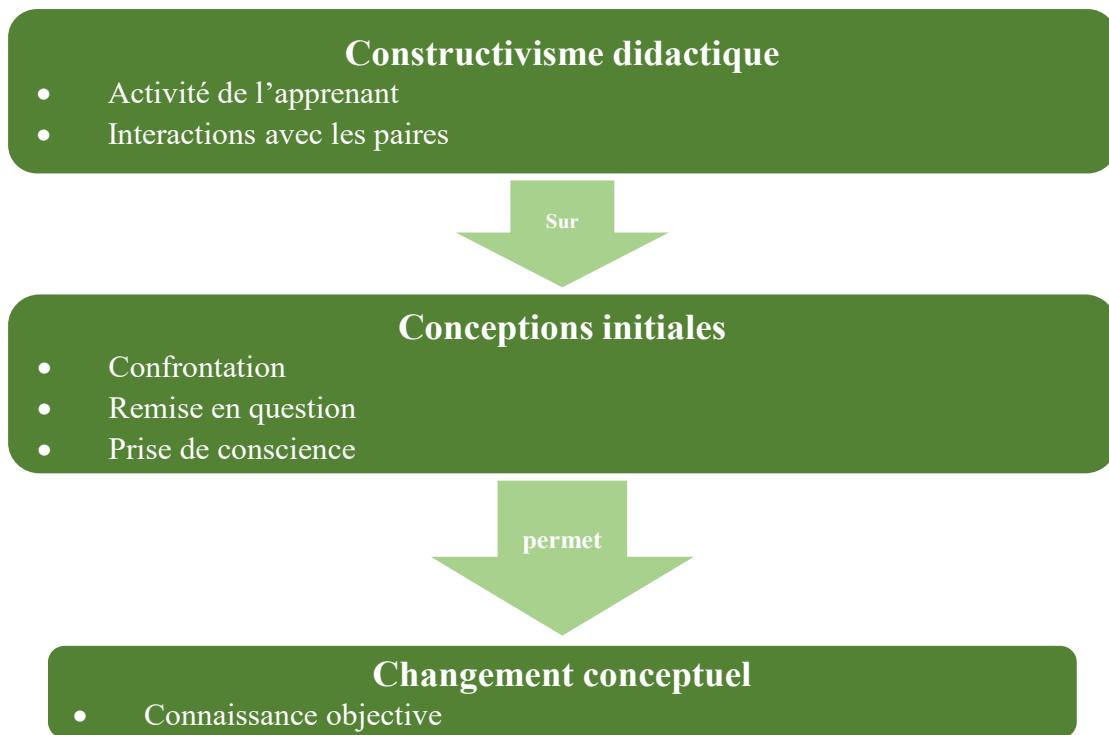


Figure 2.1 : Le lien entre les conceptions initiales, le changement conceptuel et le constructivisme didactique

On peut retenir de cette figure que l'action du constructivisme didactique sur les conceptions initiales favorise l'appropriation et la meilleure compréhension de la connaissance scientifique par l'élève. Le constructivisme didactique est pour nous l'approche méthodologique appropriée, un levier sur lequel on peut s'appuyer pour surmonter les obstacles épistémologiques que représentent les conceptions initiales dans l'apprentissage des sciences.

2.1.6 Le modèle allostérique de l'apprentissage proposé par Giordan (1989)

Le modèle allostérique de l'apprentissage proposé par Giordan (1989) est basé sur l'idée qu'un apprentissage réussi des sciences est un changement des conceptions initiales comme l'illustre la figure suivante :

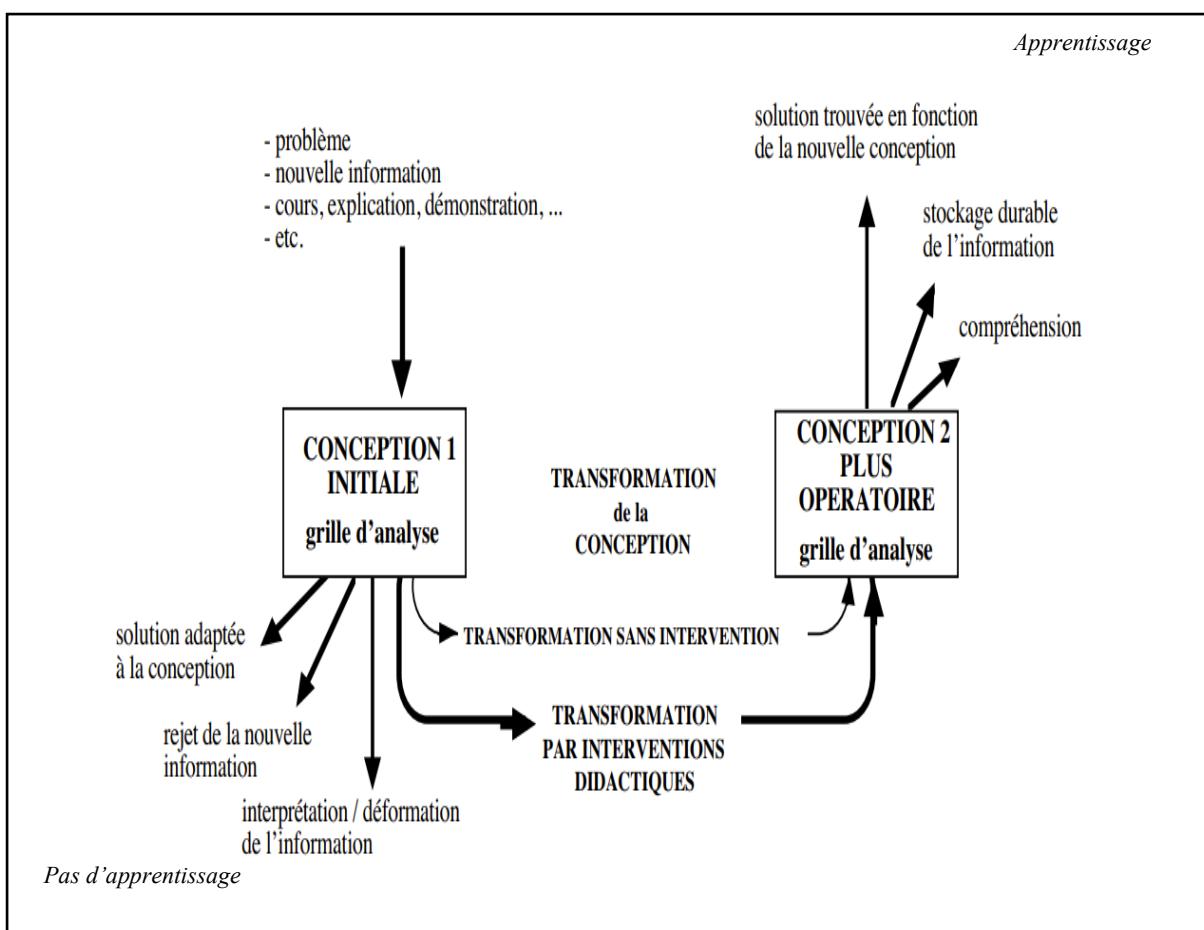


Figure 2.2 : Les influences des conceptions initiales sur l'apprentissage des sciences (Giordan, Pellaud et Eastes, 2004)

Selon Giordan (1989), les conceptions initiales sont des connaissances erronées et modelées par l'environnement social de l'élève. Elles découlent de raisonnements implicites et explicites

et du réseau de sens et de références sociales de l'enfant. Ainsi, la conception initiale, qui est le processus de l'activité mentale, est une stratégie, à la fois comportementale et mentale permettant à l'apprenant de réguler son milieu naturel. Les conceptions initiales sont, sous ce rapport, des cadres explicatifs qui permettent à l'enfant de comprendre et d'interpréter un phénomène scientifique donné. Elles sont ainsi reliées entre elles par un champ conceptuel analogique. Ce faisant, elles peuvent constituer des obstacles qui résistent au changement conceptuel qui est une transformation des conceptions initiales en savoirs scientifiques. Dans le processus d'apprentissage des sciences, l'enseignant doit, d'une part, faire avec les conceptions initiales de l'élève sur lesquelles il devra s'appuyer, car elles constituent le point de départ de l'apprentissage selon Pellaud, Eastes et Giordan (2005). En ce sens, Laplante (1997) précise que « les expériences vécues sont à la source des conceptions et que c'est à partir de ces mêmes conceptions que les apprenants parviennent à donner un sens à de nouvelles expériences » (p. 169). À cet effet, les apprenants n'assimilent pas passivement les connaissances scientifiques qui leur sont présentées par leur maître et ne les comprennent qu'en construisant un sens à partir de leurs propres conceptions, même si elles ne correspondent pas à la réalité des choses telles qu'elles sont.

D'autre part, l'enseignant doit aller contre les conceptions initiales s'il le faut, dans la mesure où elles peuvent constituer un obstacle à la connaissance scientifique. Ainsi, l'apprentissage des sciences doit consister en un processus de déconstruction et de reconstruction des conceptions initiales de l'élève qui l'empêchent souvent d'appréhender la réalité scientifique et d'assimiler de nouvelles informations contradictoires à ses connaissances antérieures, solidement cristallisées dans son raisonnement (Eastes et Pellaud, 2004). Dans le modèle allostérique qui constitue un prisme d'analyse de nos résultats de recherche, l'environnement didactique joue un rôle majeur, car il « permet de prévoir les situations, les outils et les ressources qui facilitent l'apprendre » selon Giordan (2002, p. 23). Ce faisant, le modèle allostérique de l'apprentissage repose sur quatre piliers fondamentaux, à savoir la façon dont s'élabore le savoir ; l'importance de la déconstruction des conceptions initiales qui sont confrontées avec le savoir scientifique ; l'influence du contexte d'apprentissage et enfin les différents niveaux auxquels se joue l'apprendre. De ce modèle, on peut retenir que l'apprentissage est favorisé par la création d'un environnement didactique interférant avec les conceptions initiales de l'apprenant, car l'acquisition de nouveaux savoirs est inséparable des savoirs existants. C'est pourquoi la prise en compte des conceptions initiales de l'apprenant lors

de l'apprentissage des sciences permet à l'enseignant de créer des ponts cognitifs entre la nouvelle connaissance et le réseau conceptuel déjà présent chez l'enfant.

En invitant à aller avec et contre les conceptions initiales, Giordan (1989) propose, quant à lui, un modèle de synthèse qui considère à la fois les conceptions initiales comme des obstacles épistémologiques à l'accès à la connaissance scientifique et comme un moyen d'y parvenir. La figure 2.3 ci-dessous montre, comme le suggère Giordan, qu'il faut aller avec et contre les conceptions initiales pour bâtir un véritable apprentissage des sciences.

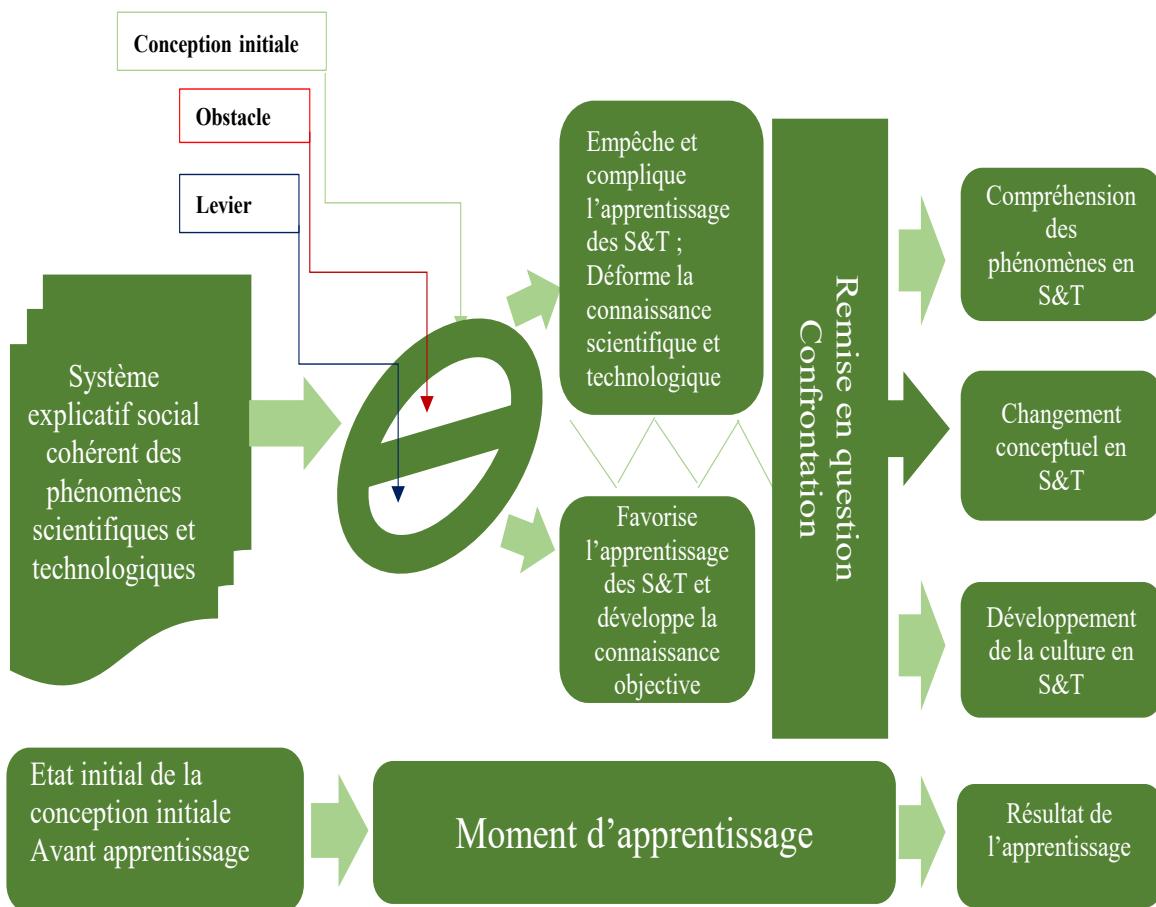


Figure 2.3 : Le processus de transformation des conceptions initiales au cours de l'apprentissage des sciences (inspiré de Giordan 1989)

En effet, partant de cette figure, avant l'apprentissage, les conceptions initiales des élèves se présentent sous la forme d'un bloc de savoir initial qui constitue un système de connaissances sociales *a priori* suffisant pour comprendre, expliquer et interpréter les phénomènes naturels qui se déroulent quotidiennement dans le milieu de vie des élèves et qu'ils peuvent expérimenter

comme la digestion. Cependant, les conceptions initiales des élèves présentent une certaine ambiguïté, car elles peuvent être pour l'enseignant et l'élève des points d'appui qui facilitent l'enseignement et l'apprentissage des sciences ou au contraire des obstacles tenaces qui bloquent et éludent l'accès à la connaissance objective. L'enseignant devra donc impérativement s'appuyer sur les conceptions initiales des élèves, si elles lui permettent d'avancer dans son enseignement, ou bien les déconstruire, si elles sont complètement fausses. Ce processus de transformation passe par des activités d'apprentissage qui permettent de mettre à l'épreuve les conceptions initiales des élèves dans le but de leur montrer que quelques-unes d'entre elles sont insuffisantes ou naïves pour comprendre les phénomènes scientifiques.

2.2 L'analyse conceptuelle

Cette section porte sur l'élucidation des concepts clés de notre recherche. Les concepts de science, de culture scientifique et de conceptions initiales, seront explicités ainsi que leurs interrelations auprès des élèves.

2.2.1 La science

La science, « ce fait social total ! », selon Michel Serres (2000), parce qu'elle concerne tous les endroits de la société, a une nature polysémique. Elle peut, en effet, désigner un savoir théorique particulier ou bien une discipline scolaire. En tant que savoir théorique, la science est définie par le MÉN (2013) comme « un ensemble cohérent de connaissances relatives à certaines catégories de faits, d'objets ou de phénomènes obéissant à des lois et/ou vérifiés par les méthodes expérimentales » (p. 46). Elle est aussi définie dans la même perspective par Legendre (2005) comme « un ensemble de recherches, moyens d'investigation reposant sur l'étude empirique d'objets, d'événements et de phénomènes en vue de les connaître et de les expliquer » (p. 210). Ce faisant, la science repose sur des méthodes d'investigation rigoureuses, vérifiables et reproductibles ainsi que sur des relations de cause à effet entre les faits, mais aussi sur des principes, des lois et des paradigmes. C'est dans ce même élan que le MÉN (2013) et d'autres auteurs considèrent la science comme une entreprise de production de connaissances orientée sur la compréhension et l'explication des phénomènes naturels. Guay (2004) considère que « la science est un produit de nature conceptuelle qui permet de comprendre le monde naturel, social et humain » (p. 154). Cela veut dire que les savoirs scientifiques découlent d'une activité humaine qui permet de comprendre, décrire, interpréter et expliquer des phénomènes naturels.

Nous retenons que les sciences constituent une entreprise intellectuelle de production de connaissances sur le monde naturel, social et humain en vue de mieux le comprendre et l'expliquer. Dans le contexte et la pratique de l'enseignement élémentaire au Sénégal, les sciences constituent une discipline fondamentale qui comprend plusieurs leçons portant sur la découverte de quelques phénomènes physiques et chimiques simples, des structures et des fonctions biologiques des êtres vivants et de leurs modes d'adaptation aux différents milieux aquatique et terrestre (MÉN, 2008). Reposant sur une méthode d'observation et de comparaison entre les faits observés, chaque leçon est associée à des objectifs de connaissances et de compétences qui tentent de guider l'élève vers la découverte de son environnement proche et le rôle important qu'il est amené à jouer dans sa préservation.

Par ailleurs, les concepts scientifiques à l'étude dans cette recherche sont l'appareil digestif et la digestion chez l'être humain. Dans le programme scolaire sénégalais relatif à l'éducation aux sciences à l'école élémentaire (MEN, 2008), le thème de l'appareil digestif et de la digestion est abordé dans la partie consacrée à la découverte et à l'explication des structures et des fonctions biologiques humaines. La digestion y est définie comme étant le processus par lequel, les aliments que nous mangeons sont transformés en nutriments par les différents organes de l'appareil digestif. L'appareil digestif ou système gastro-intestinal est le système biologique qui comprend l'ensemble des organes localisés au niveau de l'abdomen à savoir le tube digestif formé de la bouche, de l'œsophage, de l'estomac, l'intestin grêle, le gros intestin, ainsi que des glandes annexes comme le foie et le pancréas. L'appareil digestif s'étend de la bouche à l'anus et il est responsable du processus de la digestion, c'est-à-dire de la transformation de la nourriture en nutriments indispensables au fonctionnement de l'organisme. Il permet l'ingestion de la nourriture, sa dégradation en nutriments (processus appelé digestion), l'absorption des nutriments nécessaires à la survie de l'organisme dans le sang et l'élimination de l'organisme des aliments non utilisés en déchets.

2.2.2 La culture scientifique

Les rapports que la société entretient avec les sciences sont basés, en partie, sur l'acquisition et le développement d'une culture scientifique. Cette dernière favorise et développe, chez les citoyennes et les citoyens, l'appropriation et l'usage d'un ensemble de savoirs sous la forme de connaissances, d'un langage conceptuel et de compétences nécessaires pour comprendre les enjeux et défis liés aux sciences dans la vie humaine. C'est la raison pour laquelle, plusieurs auteurs considèrent que la culture scientifique est une médiation entre les sciences et la société

(Caune, 2008; Chateigner, Morel et Taillard, 2009; CST, 2004). Ainsi, compte tenu de l'omniprésence et des retombées des sciences dans la société, l'éducation aux sciences devient indispensable à la formation et dans la vie du citoyen contemporain, car l'inculture dans ce domaine constitue un important facteur d'inégalité sociale et de dépendance permanente (Chateigner *et al.*, 2009). En effet, la culture scientifique repose sur le niveau d'éducation scientifique pénétrant l'ensemble de la société et l'attitude critique permettant à chaque citoyen de pouvoir porter des jugements critiques et d'adopter des comportements responsables à l'égard des enjeux scientifiques.

Conjointement avec l'OCDE, le Sénégal a retenu, dans le cadre des évaluations du PISA (2017), que « La culture scientifique et technologique renvoie à la capacité des individus de s'engager dans des questions et des idées en rapport avec la science en tant que citoyens réfléchis » (p. 30). À la lumière de cette définition, les élèves qui ont acquis la culture scientifique peuvent raisonner logiquement à propos des sciences, comprendre et expliquer des phénomènes naturels, des données et des faits de manière scientifique, apprécier objectivement l'impact des recherches scientifiques sur le mode de vie des êtres vivants et sur l'environnement. En d'autres mots, comme le soutient Laliberté (2015), « la culture scientifique se rapporte à la connaissance, à la découverte et à la résolution de problèmes de tous les jours » (p. 26). Elle s'acquierte par l'investigation et dépasse la simple mémorisation de faits et d'un vocabulaire scientifique complexe pour ainsi s'inscrire dans une approche inductive laissant place à l'observation, au questionnement, à l'expérimentation, au raisonnement et à la construction par l'élève de ses propres connaissances et en interaction avec ses pairs, sous la conduite de son enseignant (Laliberté, 2015; Linn, Davis et Bell, 2004).

2.2.3 Les conceptions initiales

D'emblée, il nous faut préciser qu'en dépit des multiples expressions qui sont apparentées à celle de conception initiale telles que conception primitive, conception non scientifique, conception préscientifique, conception spontanée, *misconception*, conception alternative, préconception, conception naïve, conception intuitive, représentation, relevées par Béty (2009), nous retenons l'expression conception initiale dans cette thèse. Dans le domaine de la didactique des sciences, les conceptions initiales sont considérées par plusieurs auteurs comme des connaissances préscientifiques et subjectifs socialement formés et fortement ancrés dans les réseaux mentaux, et auxquels recourent les élèves pour comprendre et tenter d'expliquer certains phénomènes naturels (Béty, 2009, 2013; Reuter *et al.*, 2007; Ozdemir et Clark, 2007).

D'après la définition retenue par Giordan et de Vecchi (2010), une conception initiale est « Un ensemble d'idées coordonnées et d'images cohérentes, explicatives, utilisées par les apprenants face à des situations problèmes, mais surtout il met en évidence l'idée que cet ensemble traduit une structure mentale sous-jacente responsable de ces manifestations contextuelles » (p. 128).

Au regard de cette définition, une conception initiale est un ensemble relié d'idées coordonnées, d'images symboliques et d'explications cohérentes analogiques socialement formées auxquelles recourent les apprenants pour comprendre et résoudre des situations problèmes de leur environnement physique et social. Béty (2013) soutient que les conceptions initiales renvoient aux représentations souvent naïves et plus ou moins justes que les élèves ont vis-à-vis des concepts scientifiques socialement reconnus par la communauté scientifique. Bien qu'elles soient parfois incomplètes ou totalement erronées par rapport aux concepts scientifiques, parce qu'inspirées par le sens commun, elles forment un système explicatif *a priori* suffisant permettant à l'élève d'expliquer le monde qui l'entoure en développant des idées et des modes de raisonnements à partir de ce qu'il sait ou croit savoir sur un sujet de savoir précis (Reuter *et al.*, 2007). Les conceptions initiales forment, ainsi, un système de connaissances plus ou moins organisées provenant de l'expérience quotidienne et de la culture du sujet, fortement ancrées dans les habitudes mentales, et qui sont à la base des changements conceptuels en science (Laliberté, 2015). Dans la même lancée, pour Ozdemir et Clark (2007), les conceptions initiales constituent un savoir initial naïf issu de l'expérience quotidienne, très résistant au changement et susceptible d'influencer l'apprentissage formel des sciences. C'est pourquoi Giordan et Pellaud (2004) avancent que

[...] une conception initiale n'est jamais gratuite, car, elle est le fruit de l'expérience antérieure de l'apprenant, qu'il soit enfant ou adulte. C'est à la fois sa grille de lecture, d'interprétation et de prévision de la réalité, et sa prison intellectuelle. Il ne peut comprendre le monde qu'à travers elle. Elle renvoie à ses interrogations (ses questions), prend appui sur ses raisonnements et ses interprétations (son mode opératoire), sur les autres idées qu'il manipule (son cadre de références), sur sa façon de s'exprimer (ses signifiants) et sur sa façon de produire du sens (son réseau sémantique). (p. 4)

Selon Laplante (1997), les conceptions initiales correspondent aux connaissances personnelles que les élèves ont déjà par rapport à n'importe quel phénomène. Ainsi, les conceptions initiales, qui sont des modes de connaissances différentes de ceux généralement reconnus par les scientifiques, déterminent la façon dont les élèves pensent et raisonnent devant des phénomènes naturels. En tant que produits et outils de pensée, les conceptions initiales sont tenaces et

résistantes aux efforts déployés pour les faire évoluer. À cet égard, Fournier (2015) a montré dans sa thèse la difficulté des élèves d'assimiler les nouveaux concepts scientifiques enseignés en classe du fait de leurs représentations (conceptions) initiales qui proviennent d'une construction sociale et individuelle. Ses résultats indiquent que les connaissances initiales que possèdent les élèves s'avèrent très résistantes à un enseignement scientifique scolaire. Toujours selon Fournier, l'élève possède déjà une structure cognitive qui lui permet de traiter toute information nouvelle et de donner un sens à la réalité perçue lors des apprentissages.

Dans le cadre de l'apprentissage des sciences, les conceptions initiales constituent un levier stratégique sur lequel l'enseignant peut s'appuyer dans ses cours pour faire émerger et dépasser certaines inconsistances ancrées dans le réseau mental des apprenants par le fait de la culture et de l'éducation sociale qu'ils ont reçues. À ce propos, Giordan et Pellaud (2004) renchérissent qu'une conception initiale ne se limite pas seulement à ce qui émerge, c'est-à-dire à ce que la personne exprime, de manière verbale, écrite ou picturale, mais qu'elle correspond aussi à la structure de pensée sous-jacente qui est à l'origine de ce qu'elle pense, dit, écrit ou dessine. La figure 2.4 illustre la complexité des conceptions initiales et de leurs influences dans un contexte d'apprentissage des sciences. Inspiré des travaux de Giordan (1989), cette figure met en exergue l'ambigüité d'une conception initiale pouvant tantôt constituer un obstacle ou bien un levier facilitant l'accès à la connaissance et à la culture scientifique et technologique ainsi qu'à l'exercice d'une citoyenneté agissante devant les nombreux problèmes causés par les sciences.

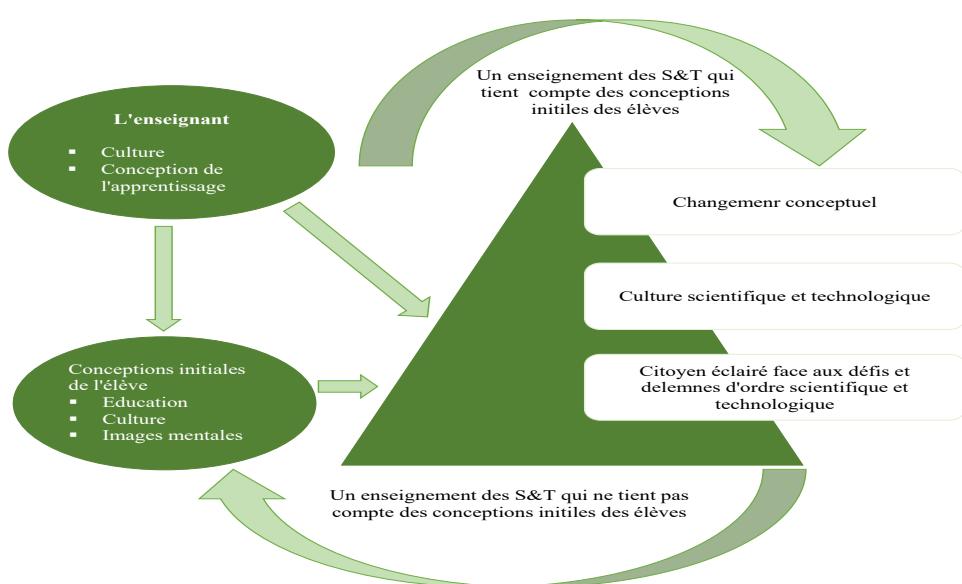


Figure 2.4 : Les influences des conceptions initiales sur l'apprentissage des sciences inspiré de Giordan (1989)

En somme, les situations d'apprentissage des sciences sont, pour la plupart, fortement influencées, d'une part, par l'épistémologie personnelle de l'élève (Laliberté, 2013) qui est forgée par l'éducation et la culture qu'il a reçues depuis son bas-âge et qui lui sert de filtre pour appréhender les phénomènes scientifiques. En effet, la culture est un cadre de référence normatif qui permet à chaque communauté humaine de se distinguer singulièrement d'une autre, de se définir et de partager de génération en génération avec ses membres son système de connaissances, de pratiques et de valeurs. En cela, la culture est le prisme principal qui permet de comprendre et distinguer chaque société. L'éducation est aussi intimement liée à la culture qui repose sur un ensemble d'idées, de mœurs, de pratiques, de connaissances, de techniques, d'habitudes et d'attitudes transmis de génération en génération aux membres d'une communauté humaine. En Afrique et au Sénégal, malgré la présence de l'école occidentale introduite avec la colonisation, l'éducation est encore fortement marquée par les traditions, les us et les coutumes qui déterminent la vie et les rapports des populations avec la nature et les choses. Beaucoup d'auteurs ont montré que l'élève n'est pas une table rase dans le domaine des sciences (Béty, 2009, 2013; Erny, 1985, 1987; Laliberté, 2015; Thouin, 2009, 2017).

Au regard de cela, il ressort de cette figure aussi qu'une situation pédagogique n'est jamais neutre, elle met en jeu à la fois le savoir ainsi que les conceptions des différents acteurs que sont l'enseignant et les apprenants. C'est pourquoi Simard *et al.* (2014) soutiennent l'idée que « [...] , les conceptions mobilisées par un enseignant ou par un apprenant pourraient potentiellement présenter des structures plus complexes par la présence d'un amalgame de conceptions qui évolueraient ou interagiraient, tel un réseau de conceptions constitué aussi de conceptions-obstacles » (p. 75). Dans cette même logique, pour Mignon et Closset, (2004), l'enseignant doit être conscient de ses propres conceptions et de celles qui représentent des obstacles afin d'être en mesure de présenter des situations d'apprentissage avec un recul réflexif. C'est à ce prix, selon ces auteurs, qu'il parviendra à susciter une rupture par la mise en place de dispositifs pédagogiques favorisant des conflits cognitifs chez l'élève.

En effet, la culture sociale et pédagogique de l'enseignant s'invite également lors de l'apprentissage. Cela veut dire que dans l'acte d'enseignement des autres matières en général et des sciences en particulier, le maître transmet plus qu'un savoir disciplinaire. Dans cette situation, plusieurs logiques interviennent à savoir les modes de pensées, la culture de l'élève et son éducation de même que la culture sociale et pédagogique de l'enseignant ainsi que ses conceptions initiales qui ont aussi possiblement une influence sur l'élève, comme l'a révélé

Fournier (2015). Les conceptions initiales des enseignants de même que celles qu'ils ont de l'enseignement sont susceptibles, à long terme, d'influencer leurs pratiques pédagogiques et d'avoir un effet sur l'apprentissage des élèves. Naud, Sander et Benetos (2023) soutiennent à ce propos que « l'influence des conceptions intuitives est inconsciente et persistante puisqu'elle perdure chez les enseignants » (p. 4). Ainsi, nonobstant ce qu'on lui a dit de faire et de ne pas faire dans le cadre de sa formation professionnelle pour éviter la prévarication de son action, l'enseignant peut transmettre dans ses enseignements en sciences même si c'est en filigrane, une bonne partie de ses convictions, ses modes de pensée, ses valeurs de civilisation, ses croyances, ses références culturelles et son épistémologie personnelle qui révèle son rapport intime vis-à-vis des savoirs scientifiques qu'il doit enseigner à ses élèves (Blanchard-Laville, 2013; Thouin, 2009). Or, ce rapport personnel peut contenir des éléments subjectifs qui vont révéler des obstacles épistémologiques, plus ou moins conscients et qui sont susceptibles d'entamer la confiance de soi et dans sa pratique professionnelle des difficultés (Thouin, 2009). Blanchard-Laville (2013) soutient à ce niveau qu' « Un enseignant, un formateur, bien plus que des savoirs, transmet son propre rapport au savoir qu'il enseigne et ainsi transmet tout autant sa partie vivante que ses traumatismes, ses impensés, ses enkystements » (p. 132).

Ainsi, un enseignement des sciences, qui s'appuie sur les croyances épistémiques des élèves et sur la culture sociale et pédagogique des enseignants, peut déboucher sur le changement conceptuel, l'acquisition et le développement de la culture scientifique, et concourt à la formation d'un citoyen éclairé pour prendre tout au long de sa vie, des décisions judicieuses à l'égard des enjeux et défis des sciences dans la vie humaine. Par contre, une situation d'enseignement des sciences qui fait fi des croyances épistémiques des élèves et des enseignants a peu de chance de réussir le pari de transformer les connaissances subjectives des apprenants. Dans ce sens, Potvin (2011) défend de toute volonté de vouloir imposer à l'élève une connaissance sans considérer ses conceptions initiales si l'on souhaite voir l'acceptation des nouveaux modèles résister à un retour en arrière, ou à des transformations inattendues. En effet, les conceptions initiales d'un individu qui constituent ses premières tentatives d'explications d'un phénomène scientifique « ne sont pas le fruit de lacunes, de pauvreté d'esprit ou d'autres paresse... Elles sont le produit d'une fantastique et increvable machine à fabriquer du sens et des réponses plausibles lorsqu'on lui réclame » (Potvin, 2011, p. 100). Autrement dit, un enseignement des sciences, qui ne tient pas compte des conceptions initiales des élèves, ne favorise pas un changement de représentations vis-à-vis de ces disciplines. Notre figure montre qu'un tel enseignement replonge l'élève dans ses modes de connaissances et raisonnements

analogiques et subjectifs influencés par sa culture et celle de son enseignant, et qui ne concordent pas généralement avec les savoirs acceptés par la communauté scientifique. Il apparaît que la déconstruction et la restructuration des conceptions initiales des élèves dans une situation d'apprentissage des sciences sont des processus complexes qui doivent considérer à la fois les obstacles didactiques introduits par l'enseignant lui-même (Clément, 2003; Thouin, 2020) et ses propres obstacles épistémologiques (Bachelard, 1938) qu'il partage avec les élèves. Ce processus positionne le constructivisme didactique que nous retenons comme approche théorique pour venir à bout des inconstances relevées dans les conceptions initiales dans des situations d'apprentissage des sciences.

2.2.4 L'état des conceptions initiales relatives au système digestif et ces processus

Des études ont montré que la compréhension conceptuelle des enfants au sujet de certains phénomènes scientifiques qui se déroulent dans leur milieu naturel peut être fondée sur des analogies, des similarités perceptives tout comme elle peut relever d'images mentales qui permettent aux élèves de construire personnellement, à leur façon, le monde qui les entoure. Dès lors, les croyances épistémiques que les enfants ont héritées de leur éducation culturelle influencent leur épistémologie personnelle qui leur permet de faire des inférences sur certains phénomènes naturels. En ce sens, pour un phénomène biologique donné, comme la digestion, qui est un processus interne qui n'est observable qu'en partie (par l'entrée et la sortie des aliments), il n'est pas exclu que les enfants possèdent une théorie naïve même s'ils en font l'expérience quotidiennement.

2.2.4.1 Les conceptions initiales d'élèves sur le processus de la digestion

Pour Champsaur et Ménager (2013), la digestion est souvent représentée chez les enfants par deux actions accessibles dans leur vie quotidienne : celle de manger et d'aller aux toilettes. Or, ces deux actions, même si elles sont présentes et visibles quotidiennement dans la vie de l'élève, ne sont pas suffisantes pour comprendre un phénomène biologique complexe comme la digestion qui combine, simultanément, plusieurs actions mécaniques et chimiques. À titre d'exemple, si les actions mécaniques comme découper, écraser et broyer les aliments à l'aide des dents, de la langue et de la salive sont facilement reproductibles, les actions chimiques qui se passent aussi dans la bouche comme ailleurs dans l'organisme une fois les aliments ingérés, restent invisibles, imperceptibles. Sous ce rapport, l'apprentissage de la digestion est susceptible de présenter des obstacles conceptuels pour les élèves qui ne pourront pas visualiser

et comprendre ce qui se passe à l'intérieur de leur organisme entre l'entrée, par la bouche, et la sortie, par l'anus. Par ailleurs, Teixeira (2000) montre que la plupart des enfants définissent la fonction digestive comme un phénomène de conservation des aliments, étant de l'ordre d'explications perceptives relatives à la couleur et la texture. Quant à la complexité conceptuelle de la digestion, Sauvageot-Skibine (1991) soutient que la question de la digestion est complexe de par les fortes racines préscientifiques qui devront être transformées lors de son enseignement et incluant la déconstruction de mythes. C'est pourquoi, elle avance que « La digestion apparaît comme un des nœuds les plus embrouillés de la biologie, car ce concept est englué dans la connaissance commune » (p. 93). Cela signifie que les élèves arrivent en classe avec diverses conceptions non scientifiques inspirées du sens commun au sujet, notamment de la digestion, et qu'il est nécessaire de mieux les cerner et d'en tenir compte lors des séquences d'enseignement.

2.2.5.1 Les conceptions initiales d'élèves sur les organes du processus de la digestion

Plusieurs chercheurs ont répertorié des conceptions initiales, dites parfois naïves, quant au rôle et à la forme de certains organes composant le système gastro-intestinal humain, en particulier le tube digestif et l'estomac. En effet, selon Clément (2003), Giordan (1993), Fouquet et Magalakaki (2009) et Teixeira (2000), des enfants comparent le tube digestif à un système de tuyauterie continue partant de la bouche à l'anus et où l'estomac est identifié comme étant un sac contenant les aliments ingérés. Cependant, il faut relever que ces explications analogiques inférées par les élèves sont construites à partir de l'observation de figures anatomiques et physiologiques du corps humain ; observations qui constituent donc la base de leurs premières tentatives d'explications.

Les théories naïves des élèves sur le devenir des aliments dans notre corps et le rôle des organes impliqués dans le processus de la digestion, peut constituer un obstacle épistémologique (Bachelard, 1975; Thouin, 2009, 2017) que tout enseignant doit considérer pour orienter son enseignement. En effet, même si les conceptions initiales d'élèves sont parfois en contradiction avec les conceptions scientifiques que l'on souhaite leur faire acquérir (Potvin, 2011) ou ne correspondent pas aux lois et aux théories de la science actuelle (Thouin, 2009), l'enseignant doit les considérer pour éviter tout échec et résistance, car elles permettent d'expliquer, de façon plus ou moins adéquate, certains aspects d'un phénomène donné. Pour ce faire, Giordan (1989) invite à prendre en compte les conceptions initiales dans l'acte d'enseignement des sciences si

on ne veut pas que les notions étudiées soient éludées. Enfin, Potvin (2011) mentionne la faiblesse d'une approche qui imposerait une connaissance à l'élève sans prendre en considération ses conceptions initiales, au risque que le nouveau modèle explicatif résiste, qu'il puisse y avoir un retour en arrière ou amène des transformations inattendues.

2.3 Les objectifs poursuivis

Au regard de nos questions de recherche, dont notre objectif général de recherche est d'étudier les conceptions initiales d'élèves sénégalais de la sixième année de l'école élémentaire et leurs influences potentielles sur l'apprentissage des sciences en général et plus spécifiquement, pour le thème de l'appareil digestif et de la digestion, notre étude vise les objectifs spécifiques suivants :

- Identifier les types de conceptions initiales d'élèves sénégalais de la sixième année de l'école élémentaire envers les sciences par l'entremise d'une séquence d'enseignement sur le système digestif et la digestion.
- Décrire et comprendre l'influence potentielle des conceptions initiales identifiées d'élèves sénégalais sur l'apprentissage de concepts scientifiques relatifs au système digestif et la digestion.

CHAPITRE III

MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE

Cette section présente la méthodologique de recherche que nous avons adoptée dans le cadre de cette thèse. Dans un premier temps, nous présentons les approches méthodologiques utilisées par des chercheurs ayant abordé la question des conceptions initiales d'élèves au regard des sciences. Nous y expliciterons, par la suite, notre démarche de recherche, ainsi que les techniques et les différents outils de collecte, de traitement et notre stratégie d'analyse des données.

3.1 Un exposé critique de recherches ayant abordé les conceptions initiales d'élèves en sciences

Les conceptions initiales constituent un champ d'étude qui a intéressé plusieurs chercheuses et chercheurs en didactique des sciences. Parmi les nombreuses recherches qui ont abordé cette question, celles qui ont retenu notre attention et que nous présentons dans cette section, ont porté principalement sur les conceptions initiales dans l'enseignement des sciences au primaire (Béty, 2009, 2013; Laliberté, 2013; Noupet Tatchou, 2004; Simard, 2015; Simard, Harvey et Samson, 2014). Pour chaque recherche retenue, nous présentons son objet, la démarche méthodologique prônée, les différents moyens et stratégies de collecte de données utilisés et les résultats obtenus.

Inspirée par la recherche développement (Harvey et Loiselle, 2009) et l'ingénierie didactique (Artigue, 1988), Béty (2013) a, dans sa thèse, étudié à la fois les conceptions initiales et le changement conceptuel en électricité auprès d'enseignants du primaire en adoptant une démarche de recherche qualitative interprétative. Pour ce faire, différents outils de collecte de données ont été utilisés en l'occurrence les questionnaires, des entretiens semi-dirigés, des séances d'enseignement filmées et des entretiens de groupe. Les données collectées ont permis de documenter les effets de la formation et de détecter les améliorations à effectuer auprès des personnes enseignantes participant à l'étude. Pour avoir davantage de données et par souci de triangulation, un questionnaire a été soumis aux enseignants avant et après la formation de même que des entretiens semi-dirigés. Par la suite, des entretiens de groupe animés, selon les principes préconisés par Boutin (2007), ont été filmés, et ont permis de recueillir les déclarations des enseignants participant à l'étude sur les paramètres d'une formation efficace.

L'analyse thématique prônée par Paillé et Mucchielli (2008) a permis de traiter les données recueillies. Les résultats obtenus indiquent que la formation a permis aux enseignants de se familiariser avec les concepts en électricité ainsi qu'avec les pratiques qui favorisent le changement conceptuel.

Pour leur part, Simard, Harvey et Samson (2014) ont abordé dans un article, découlant d'une recherche quantitative, descriptive et exploratoire, les conceptions multidimensionnelles du vivant auprès de 543 étudiants de l'Université du Québec à Rimouski (UQAR) ($N = 543$), en enseignement répartis en deux groupes d'échantillons selon le degré de maîtrise des concepts biologiques. Du point de vue méthodologique, leur étude qui a été menée en deux phases de collecte des données a privilégié l'approche quantitative pour interroger un large spectre de conceptions afin de pouvoir déceler les obstacles qui leur sont associés. Le principal outil de collecte de données utilisé est un questionnaire comportant 37 énoncés disposés de façon aléatoire, dont 8 énoncés déterministes inspirés des travaux de Castrera, Munoz et Clément (2007). Le questionnaire comporte aussi un énoncé évolutionniste traduit et transposé à partir de l'enquête de Miller, Scott et Okamoto (2006) et 28 énoncés élaborés à partir du cadre théorique. Les résultats de l'étude ont permis d'identifier les cinq composantes des conceptions du vivant que sont l'animisme, le vitalisme, le finalisme, l'évolutionnisme, l'interactionnisme, le déterminisme héréditaire et le déterminisme comportemental. Les résultats de cette étude ont aussi révélé que certaines conceptions historiques sur le vivant de futures personnes enseignantes et biologistes sont des obstacles à une conceptualisation contemporaine du vivant.

Dans la même lancée, Simard (2015) a, quant à elle, privilégié dans sa thèse, l'approche descriptive et exploratoire. Elle a eu recours à une méthodologie quantitative pour étudier les conceptions sur le vivant, les connaissances en biologie et l'attitude de futures personnes enseignantes et biologistes de l'UQAR face aux enjeux sociobiologiques (usage de cellules souches, thérapie génétique, génie génétique appliqué aux microorganismes, dépistage prénatal et génétique, alimentation et clonage). Le principal instrument de collecte de données utilisé est le questionnaire fermé (21 questions sur la conception du vivant, 13 questions sur les savoirs scientifiques et 7 mises en situation face aux enjeux relatifs au vivant) de façon à obtenir un regard général sur l'état du phénomène étudié. Une première analyse a permis d'identifier des conceptions initiales de futures enseignantes et enseignants sur le vivant et d'évaluer chemin faisant, le degré de maîtrise des connaissances actualisées en biologie des répondants ainsi que leur attitude (échelle de type Likert) envers les enjeux sociobiologiques. D'une part, les résultats

ont permis d'identifier et de caractériser les multiples dimensions conceptuelles sur le vivant et d'estimer l'influence des connaissances en biologie sur celles-ci. D'autre part, l'analyse de l'attitude d'acceptabilité et l'influence des connaissances face à des enjeux sociétaux relatifs au vivant ont été évaluées. Les principaux résultats démontrent que les connaissances en biologie ont une influence significative sur les conceptions-obstacles de façon à favoriser une conceptualisation plus scientifique du vivant. Cette étude a mis en lumière la présence de structures conceptuelles plus complexes, tel un réseau de conceptions constitué aussi de conceptions-obstacles. Celles-ci, présentes dans la pensée enseignante et ses explications de concepts scientifiques en classe, peuvent, à l'insu de l'enseignant, faire obstacle aux apprentissages des élèves sous la forme d'obstacles didactiques et épistémologiques (Simard, 2021). Cette étude a aussi révélé que l'attitude globale des personnes enseignantes et biologistes est généralement positive face aux enjeux sociobiologiques, sauf dans le cas de la thérapie génique et du clonage où le bagage de connaissances en biologie a une influence sur leur acceptabilité et présente une posture plus critique.

La recherche effectuée par Laliberté (2013) dans le cadre de sa thèse de doctorat repose sur une étude mixte et s'inscrit dans un paradigme pragmatiste. Cette étude, qui avait pour objet l'exploration du phénomène de la flottaison auprès de 142 élèves de la 3^e à la 6^e année du primaire, s'est faite selon une stratégie méthodologique multi-instrumentale et une logique d'analyse des données à la fois déductive et inductive. Les principaux instruments de collecte de données utilisés dans cette étude sont un questionnaire fermé portant sur les croyances épistémiques des élèves, le carnet scientifique, des entretiens individuels et des enregistrements audios et vidéos des séquences d'enseignements-apprentissages. Sur le plan opérationnel, le scénario de la recherche proposé par Laliberté comporte trois phases principales. En premier lieu, un questionnaire sur les croyances épistémiques et qui demande de dessiner un ou une scientifique a été administré aux élèves. Il s'en est suivi le protocole d'intervention en salle de classe autour des moments d'une Situation d'Apprentissage et d'Evaluation (SAE) que sont l'exploration, la collaboration et l'objectivation, le tout bouclé par un entretien individuel. Lors des deux premières étapes d'exploration et de collaboration, les élèves ont été filmés par une équipe technique préalablement formée, en train de faire des manipulations, de s'exprimer et de parler entre eux. Lors de l'étape d'objectivation, les élèves ont répondu individuellement par écrit à une question ouverte dans leur carnet de sciences pour trois situations en lien avec le phénomène de la flottaison. Une discussion de groupe a clôturé la séquence d'enseignement-apprentissage. La troisième phase de la démarche s'est déroulée une semaine après la séquence

d'enseignement-apprentissage et a consisté à mener un entretien individuel avec les élèves sur la compréhension du phénomène de la flottaison, sa justification et sur leurs croyances épistémiques relatives. L'étude a permis de décrire et d'analyser les liens entre les raisonnements analogiques, les croyances épistémiques et l'engagement des élèves dans le processus de changement conceptuel au primaire lors de l'exploration du phénomène de la flottaison. L'étude a aussi démontré comme résultat que les enfants sont compétents à opérer des changements conceptuels à l'aide de raisonnements causal, expérimental et analogique, et que les croyances épistémiques prennent une place importante dans la pensée et le raisonnement des élèves qui possèdent une vision relativement évoluée de la science.

Chez nous, au Sénégal, il n'existe pas à notre connaissance une recherche portant spécifiquement sur les conceptions initiales d'élèves de l'école élémentaire vis-à-vis des sciences. Cependant, Noupet Tatchou (2004) a fait une recherche qui a porté sur l'étude des conceptions d'élèves du secondaire sur le rôle de l'expérience en sciences physiques à partir de cinq expériences menées lors de cours en Électrocinétique. Au nombre de 60, les participants sont constitués d'élèves en classe de seconde scientifique scolarisés dans la région de Dakar. Selon le mode d'échantillonnage stratifié pondéré choisi par l'auteur, les 60 élèves ont été répartis comme suit : 40 élèves choisis dans un lycée de la zone urbaine de Dakar et 20 élèves dans un lycée de la banlieue de Dakar. Dans cette recherche quantitative, descriptive et exploratoire, la collecte des données a été effectuée sur la base d'un questionnaire administré aux élèves et d'un entretien dirigé. Les questions posées aux élèves ont porté sur les activités d'apprentissage, notamment leurs conceptions sur les savoirs à acquérir pendant les expériences de cours qui avaient pour objectif de vérifier si les savoirs conceptuels, procéduraux et épistémologiques ont été acquis ou pas par ceux-ci. Le recours à la statistique descriptive a permis de caractériser le type de savoir émergent dans chaque expérience de cours. Les résultats issus de cette recherche descriptive ont révélé que les élèves construisent des savoirs conceptuels, des savoir-faire théoriques et, très faiblement, des savoir-faire expérimentaux.

N'ayant pas trouvé de recherches sur la question des conceptions initiales d'élèves de l'école élémentaire au regard des sciences en contexte africain, encore moins au Sénégal, les recherches que nous avons ci-dessus présentées, et qui étaient à notre portée, sont québécoises. À notre connaissance, la seule étude qui porte sur les conceptions initiales en sciences au Sénégal est celle de Noupet Tatchou (2004). Nous l'avons considérée dans l'exposé critique des méthodologies de recherche, bien qu'il s'agisse d'une étude sur le secondaire en l'absence

d'étude sur l'élémentaire dans le domaine. Cependant, quelle que soit la méthodologie utilisée, les recherches ci-dessus présentées ont la particularité d'aborder l'influence des conceptions initiales dans l'apprentissage et la pratique de l'enseignement des sciences à l'élémentaire. Le tableau ci-dessous présente la synthèse des recherches ci-dessus évoquées.

Tableau 3.1 : Les méthodologies utilisées par les recherches ci-dessous explicitées et portant sur les conceptions initiales en sciences

Auteurs, année, type de recherche, population et échantillonnage	Démarche Outils/instruments de collecte	Méthodologie d'analyse
<p>Bêty (2013) Recherche qualitative interprétative 18 enseignants du troisième cycle du primaire 3 didacticiens des S&T 2 conseillers pédagogiques en S&T</p>	<p>Journal de bord de la Chercheur-formatrice Observations filmées de séquences d'enseignement Questionnaires comprenant 11 questions fermées et 4 questions ouvertes Grille de validation de la formation Entrevues semi-dirigées pré et post-formation Entretiens de groupe filmés</p>	<p>Analyse qualitative thématique Triangulation des données</p>
<p>Simard, Harvey et Samson (2014). Recherche quantitative, descriptive et exploratoire 543 étudiants volontaires de l'UQAR en enseignement 2 groupes d'échantillons selon le degré de maîtrise des concepts biologiques dont 184 lors de la première collecte de données et 359 à la deuxième phase</p>	<p>Questionnaire fermé de 37 énoncés Échelle de Likert à 4 échelons sans point neutre Identifier les multiples dimensions et de caractériser leur composition : finalisme, animisme, mécanisme, vitalisme, fixisme, transformisme, évolutionnisme, réductionnisme, déterminisme et interactionnisme</p>	<p>Analyse statistique descriptive des conceptions (Excel, Mysstat 12) Coefficient d'alpha de Cronbach par le logiciel Mysstat 12. Analyse factorielle par ACP avec logiciel Conquest 2.0</p>
<p>Simard (2015) Recherche quantitative, descriptive et exploratoire 543 étudiants volontaires de l'UQAR en enseignement 2 groupes d'échantillons selon le degré de maîtrise des concepts biologiques dont 184 lors de la première collecte de données et 359 à la deuxième phase</p>	<p>2 phases successives et indépendantes de collecte de données Questionnaire fermé, à échelle de Likert, comprenant trois sections : Questionnaire des conceptions (21 énoncés portant sur le finalisme, l'animisme, le vitalisme, l'évolutionnisme, le déterminisme et l'interactionnisme) Questionnaire des connaissances (13 énoncés) Questionnaire d'attitudes (7 énoncés sous forme de mises en situation)</p>	<p>Analyse statistique descriptive avec trois modèles : Analyse statistique descriptive simple (Excel, Mysstat 12) Analyse multidimensionnelle par ACP avec les logiciels Mysstat 12 et Conquest 2.0 Analyse différenciée multidimensionnelle à deux construits à l'aide de Conquest 2.0</p>
<p>Laliberté (2013) Recherche mixte inscrite dans le paradigme pragmatiste. Echantillonnage intentionnel 142 élèves du deuxième cycle et du troisième cycle du primaire.</p>	<p>20 entretiens individuels 2 questionnaires fermés sur l'épistémologie personnelle de Conley <i>et al.</i> (2004) et le questionnaire Dessine-moi un scientifique (Mason <i>et al.</i> 1991). Observations enregistrées et filmées de leçons Carnet de sciences Discussions de groupe</p>	<p>Démarche deductive et inductive Analyse corrélationnelle (SPSS 14.0) Analyse qualitative inductive</p>
<p>Noupet Tatchou (2004) Recherche quantitative descriptive et exploratoire 60 élèves des séries scientifiques (seconde) Échantillonnage par quotas (20 élèves par classe)</p>	<p>Questionnaire portant sur les activités d'apprentissage, les conceptions des élèves sur les savoirs à acquérir pendant les expériences de cours Entretien dirigé pour avoir des informations plus objectives concernant les conceptions d'élèves sur le rôle de l'expérience de cours</p>	<p>Analyse statistique descriptive avec Excel</p>

Dans le cas pratique de notre thèse, les recherches ci-dessus présentées, même si elles ne portent toutes pas spécifiquement sur l’Afrique, elles nous ont éclairé sur des approches méthodologiques possibles et les différents instruments et outils de collecte et de traitement des données pour explorer la piste des conceptions initiales d’élèves au regard des sciences. Nous inscrivant dans le paradigme compréhensif, nous optons de mener une recherche qualitative interprétative à l’image de Béty (2013). Il nous paraît important de signaler que même si la recherche de Béty a porté sur les enseignants dans un contexte québécois, elle nous apporte quand même, des éclairages méthodologiques sur la recherche qualitative interprétative dans laquelle s’inscrit la nôtre.

3.2 Le type de recherche et justifications

Dans le cadre de cette thèse, nos objectifs de recherche visent, d’une part, à identifier et décrire les conceptions initiales que des élèves sénégalais de la sixième année de l’école élémentaire ont vis-à-vis des concepts de l’appareil digestif et de la digestion. D’autre part, il sera question pour nous d’analyser l’influence potentielle des conceptions initiales identifiées auprès de nos participants sur leur apprentissage de concepts scientifiques (par l’entremise du concept de l’appareil digestif et de son fonctionnement). Pour ce faire, nous avons conduit une recherche qualitative de nature interprétative.

Le choix porté sur la recherche qualitative interprétative se justifie par la posture épistémologique compréhensive dans laquelle nous-nous inscrivons. En effet, le courant interprétatif est lié à la pensée de Marx Weber (1864-1920) qui repose sur l’idée que le but des sciences humaines est principalement de se préoccuper de la question de comprendre les sciences humaines et sociales (Crotty, 1998). Sous ce rapport, la recherche qualitative interprétative est animée de la volonté de mieux comprendre le sens qu’une personne donne à son expérience. De ce fait, le savoir produit dans un tel type de recherche est enraciné dans un contexte socioculturel avec ses subjectivités et une temporalité donnée. Pour nombre de chercheuses et chercheurs, le courant interprétatif permet doublement de comprendre les significations que les acteurs impliqués dans le processus de la recherche donnent à leurs expériences et à leur vécu dans leur milieu et d’offrir un portrait réaliste du monde étudié (Anadón, 2006; Deslauriers, 1991; Huberman et Miles, 2003; Karsenti et Savoie-Zajc, 2011; Savoie-Zajc, 2004). Sous ce rapport, la recherche qualitative interprétative se présente, dans cette thèse, comme une perspective de recherche animée par notre désir de comprendre le sens et la réalité sociale construite et partagée par des élèves de la sixième année de l’élémentaire au

regard de concepts scientifiques que sont l'appareil digestif et la digestion chez l'humain. En cela, la recherche qualitative interprétative est un type de recherche qui est ancrée dans le quotidien des participants et cherche à mieux comprendre leur réalité ainsi que les sens qu'ils donnent à leur vie, à leurs conduites et à leurs expériences vécues. À ce propos, Anadón (2006) précise par ailleurs que si l'intention du chercheur est de recréer le sens des actions des acteurs en fonction de leur discours, il adoptera alors une posture interprétative, ce qui est la nôtre dans cette recherche. La recherche qualitative interprétative permettra d'étudier et de comprendre les significations que des élèves du primaire donnent à des concepts de la digestion et du système digestif.

3.3 Le cadre de recherche et les caractéristiques des participants

De l'avis de plusieurs chercheuses et chercheurs, dans le cadre d'une recherche qualitative, les données sont recueillies auprès de participants possédant les mêmes caractéristiques et choisis sur la base d'un échantillonnage intentionnel (Maxwell, 2005; Patton, 2002; Savoie-Zajc, 2007). Ce type d'échantillonnage permet au chercheur, selon Maxwell (2005), de sélectionner des sites, des activités et des personnes, dont il espère recueillir des informations riches et significatives. Selon Fortin et Gagnon (2016), l'échantillonnage par choix raisonné ou échantillonnage intentionnel permet au chercheur de choisir les participants sur la base de caractéristiques typiques de la population à l'étude. Ainsi, nous inscrivant dans une recherche qualitative interprétative, l'échantillonnage par choix raisonné nous a permis de mener notre étude auprès d'élèves de la sixième année du primaire choisis spécifiquement. Les caractéristiques déterminant le choix du cadre d'étude et des participants sont explicitées ci-dessous.

3.3.1 Le cadre de recherche

Notre recherche a été faite au Sénégal au niveau du sous-secteur de l'enseignement élémentaire. Aux termes de la loi 91-22 du 16 février 1991 portant organisation et orientation de l'Education nationale au Sénégal, l'enseignement primaire est logé dans le cycle fondamental qui comprend aussi le préscolaire et le moyen. Pour sa part, l'enseignement élémentaire regroupe toutes les écoles primaires publiques et privées du pays. Sa mission principale est selon l'article 11 de ladite loi :

- d'éveiller l'esprit de l'enfant par des activités propres à permettre l'émergence et l'épanouissement de ses potentialités intellectuelles d'observation,

- d'expérimentation et d'analyse notamment ainsi que de ses potentialités sensorielles motrices et affectives;
- d'enraciner l'enfant dans la culture et les valeurs nationales;
 - de faire acquérir à l'enfant la maîtrise des éléments de base de la pensée logique et mathématique, ainsi que celle des instruments de l'expression et de la communication;
 - de revaloriser le travail manuel et d'initier l'enfant aux techniques élémentaires impliquées dans les activités de production;
 - de veiller aux intérêts et activités artistiques, culturels, physiques et sportifs pour le plein épanouissement de la personnalité de l'enfant;
 - de contribuer, avec la famille notamment, à assurer l'éducation sociale, morale et civique de l'enfant (p. 6)

Plus précisément, notre recherche est menée au niveau de cinq écoles élémentaires publiques dans l'Inspection d'Académie (IA) de Dakar. Le choix porté sur ces cinq écoles élémentaires publiques de la circonscription éducative de Dakar a une double justification. D'une part, il y a une raison de proximité par rapport à notre lieu de travail et d'habitation. D'autre part, il s'agit d'écoles d'application pour la formation des élèves-inspecteurs et des conseillers pédagogiques de l'enseignement préscolaire et élémentaire à laquelle nous participons en tant que formateur. Dans ces écoles, exercent des personnes enseignantes chevronnées, qui sont affectées compte tenu de leur expérience professionnelle.

Au niveau de ces écoles élémentaires publiques, les sciences occupent une place prépondérante dans les enseignements compte tenu des projets de redynamisation de l'enseignement scientifique qui y sont développés tels que le PREMST. C'est aussi des écoles où tous les enseignants ont reçu une formation initiale en didactique des sciences, et bénéficient de formation continue dans ces domaines à travers l'organisation mensuelle de Cellules d'Animation Pédagogique (CAPE) sous la supervision et l'encadrement des inspecteurs de l'éducation. Les Cellules d'Animation Pédagogiques représentent un cadre formel et systématique de formation continuée des enseignants dans tous les autres ordres du système éducatif sénégalais. Au niveau de l'enseignement élémentaire, les CAPE sont instituées par le décret n° 79-1165 qui fixe les programmes et horaires et fait prescription aux enseignants de consacrer deux heures par semaine ou quatre heures par quinzaine à des activités de développement professionnel. Dans son fonctionnement, une cellule d'animation pédagogique polarise plusieurs écoles d'une même zone, autour d'un programme annuel d'activités pédagogiques comprenant des exposés et des présentations de leçons modèles.

En plus des inspecteurs servant dans ces districts scolaires, ces écoles accueillent chaque semaine les élèves-inspecteurs de l'éducation et les conseillers pédagogiques en formation qui

y observent des leçons dans toutes les disciplines scolaires dont les sciences, les analysent, évaluent et proposent des pistes d'amélioration aux prestataires. Ces écoles sont aussi des lieux où les élèves sont habitués à la présence d'observateurs étrangers pendant les cours, ce qui a limité l'effet halo lors des observations non participantes de leçons que nous avons menées dans le cadre de notre recherche. En termes d'infrastructures et d'équipements, ces écoles sont aussi nanties, de la part du MÉN, de différents supports matériels et didactiques à l'apprentissage des sciences, tels que les mallettes pédagogiques et les documents d'accompagnement de la mise en œuvre de l'APC (cahiers d'activités et d'intégration, guide pédagogique du maître, livret de compétences) ainsi que des compendiums métriques et scientifiques. Toutes ces raisons nous ont conduits à choisir ces écoles élémentaires pour y effectuer notre étude.

3.3.2 Le profil des participants

Les participants à notre étude sont composés d'élèves de la sixième année de l'école élémentaire. Au Sénégal, l'élève de la sixième année de l'école élémentaire, constituant la population de cette étude, a un âge moyen de douze ans. Compte tenu de leur âge mineur, nous avons sollicité et obtenu le consentement de leurs parents ou tuteurs légaux en respect des considérations éthiques (Voir annexe 6 sur le consentement parental).

Le CM2 est une classe d'examen où l'élève passe le Certificat d'Études Primaire Élémentaires (CFEE) et le concours d'entrée en sixième pour rejoindre les collèges d'enseignement moyen secondaire. Le choix porté sur nos participants se justifie par le fait qu'ils ont déjà reçu dans le cadre de leur formation sociale et de leur éducation religieuse, des savoirs spécifiques et explicatifs de certains phénomènes sociaux et scientifiques au nombre desquels figurent les concepts en jeu dans notre étude. Dans le cadre de l'apprentissage en particulier des sciences, les savoirs antérieurs qu'ils ont reçus interfèrent dans bien des situations avec les objets d'enseignement et peuvent rendre ardu ou faciliter leur appropriation. Dans chaque école, nous avions choisi pour chaque classe, aidé par le maître titulaire, cinq élèves volontaires pour participer à l'étude tout en veillant au respect de la mixité.

Dans ce processus d'apprentissage, l'élève de l'école élémentaire bénéficie de l'étayage et de la médiation du maître ainsi que des interactions de ses pairs. Ainsi, il nous a paru fondé d'impliquer les enseignants dans cette recherche en planifiant seulement avec eux, les leçons de sciences portant sur le thème de l'appareil digestif et de la digestion et qui nous ont permis de mieux cerner les conceptions initiales de leurs élèves y afférant. Pour ce faire, notre choix

est porté sur les maîtres tenant des classes de la sixième année de l'élémentaire, et titulaires du Certificat d'Aptitude Pédagogique (CAP), le diplôme professionnel réservé aux enseignants du primaire. Il revient en effet à ce dernier, dans le cadre de la planification et de la mise en œuvre des apprentissages ponctuels, en général, et des sciences en particulier, de révéler les inconsistances des conceptions initiales des élèves qui entrent en interférence avec les concepts scientifiques en appropriation. Pour ce faire, il a la responsabilité de créer des situations didactiques au cours desquelles les conceptions initiales des élèves sont émergées et confrontées avec celles de leurs condisciples, ainsi qu'avec les observations et résultats découlant des expériences scientifiques menées dans le cadre des apprentissages. Les maîtres sont choisis dans le respect de la dimension genre et ont tous consenti volontairement à collaborer avec nous dans cette étude. L'un des paramètres de notre choix est aussi qu'ils doivent avoir une expérience professionnelle d'au moins cinq années dans l'enseignement élémentaire et avoir au moins tenu deux fois la classe de CM2.

Par ailleurs, le choix des séances de cours pour dérouler la collecte des données ainsi que les concepts scientifiques ont été faits avec les maîtres titulaires de classes participantes à l'étude, et ce, dans le respect de la progression des apprentissages selon le programme en vigueur et l'emploi du temps. Cela veut dire que nous avons respecté la planification des apprentissages élaborée par le maître titulaire de chaque classe d'observation pour intervenir afin que cette étude s'inscrive dans un contexte naturel d'enseignement, c'est-à-dire sans imposer de quelconques modifications au processus d'enseignement et d'apprentissage déjà prévu et mis en place par les maîtres.

Par ailleurs, les enseignants, ayant participé à notre recherche, présentent des aptitudes et profils professionnels diversifiés comme l'illustre le tableau ci-dessous.

Tableau 3.2 : Le profil des enseignants participants à la recherche

Enseignants	Écoles	Diplômes professionnels	Ancienneté dans l'enseignement	Expérience dans la classe de CM2
E1	A	CEAP-CAP	17	8
E2	B	CAP	5	2
E3	C	CAP	5	3
E4	D	CEAP-CAP	20	10
E5	E	CEAP-CAP	21	13

Ce tableau présente le profil professionnel, l'ancienneté et l'expérience des cinq enseignants titulaires des classes de CM2 dans lesquelles les élèves participant à notre étude se trouvent scolarisés. Dans le but de garantir l'anonymat, les cinq écoles sont codées en A, B, C, D et E et les enseignants en E1, E2, E3, E4, et E5. Il ressort de ce tableau que les maîtres ont tous le diplôme professionnel de l'enseignement appelé Certificat d'Aptitude Pédagogique (CAP). Cependant, il faut signaler qu'ils n'ont pas la même ancienneté ni la même expérience dans la sixième année du primaire qui correspond à la classe de CM2. On constate que les enseignants E1, E4 et E5 ont plus d'ancienneté dans l'enseignement élémentaire et dans la classe de CM2. Ces trois enseignants (E1, E4 et E5) ont une moyenne d'ancienneté dans l'enseignement primaire de 19 ans et une moyenne d'expérience dans la classe de CM2 de 10 ans ; ce qui peut avoir une influence positive sur leurs pratiques pédagogiques. Par contre, le tableau révèle que les maîtres E2 et E3 sont jeunes dans le métier et n'ont pas par ricochet beaucoup d'expérience dans la tenue d'une classe spéciale comme le CM2 à la fin de laquelle, l'élève passe les examens du Certificat d'Études Primaires Élémentaires (CFEE) et l'entrée en sixième pour pouvoir être admis aux collèges d'enseignement général ou technique.

3.4 Les outils de collecte des données

Du fait de la complexité qui les caractérise, l'étude des conceptions initiales et de leurs influences sur l'apprentissage surtout des sciences est généralement effectuée à partir de données discursives. Tenant compte du paradigme compréhensif qui est notre posture dans cette recherche, les différents outils de collecte de données utilisés dans notre étude sont l'entretien semi-dirigé, l'observation non participante de leçons ainsi que les groupes de discussion (*focus group*). Ces différents outils de collecte de données qui constituent, selon Fortin et Gagnon (2016), « les méthodes les plus courantes d'obtenir des données qualitatives » (p. 316), nous ont permis d'identifier les conceptions initiales d'élèves sénégalais de la sixième année de l'élémentaire ainsi que leurs influences potentielles sur l'apprentissage de concepts scientifiques en l'occurrence, le thème spécifique de l'appareil digestif et de la digestion chez l'humain.

3.4.1 Les entretiens semi-dirigés

Selon plusieurs chercheuses et chercheurs, l'entretien est un moyen privilégié qui permet au chercheur de tenter de comprendre les participants tout en dégageant conjointement une compréhension d'un phénomène d'intérêt pour eux (Baribeau et Royer, 2012; Fontana et Frey,

1994; Fortin et Gagnon, 2016; Savoie-Zajc, 2009, 2011). À ce titre, l'entretien permet directement au chercheur de recueillir l'information et de comprendre le sens d'un événement ou d'un phénomène vécu par les participants d'une étude donnée. Selon Baribeau et Royer (2012),

L'entretien individuel, plus que tout autre dispositif, permet de saisir, au travers de l'interaction entre un chercheur et un sujet, le point de vue des individus, leur compréhension d'une expérience particulière, leur vision du monde, en vue de les rendre explicites, de les comprendre en profondeur ou encore d'en apprendre davantage sur un objet donné. Comme la parole est donnée à l'individu, l'entretien s'avère un instrument privilégié pour mettre au jour sa représentation du monde (p. 26)

Par ailleurs, dans une situation d'entretien semi-dirigé, Savoie-Zajc (2011) précise que le chercheur et le participant sont réunis dans une situation d'échange autour d'une série de thèmes se rapportant à sa recherche. En effet, dans le cadre de la recherche qualitative en sciences humaines et sociales, le nombre d'entretiens est souvent déterminé par le principe de saturation. À titre d'illustration, Ailincai et Gabillon (2018) ont mené une recherche exploratoire sur les représentations des enseignants du primaire sur le numérique et son utilisation dans les situations d'enseignement-apprentissage et ils ont atteint la saturation à partir du onzième entretien. Dans le même thème d'étude, Gareau (2014) a mené quatre entretiens semi-dirigés dans le cadre de son mémoire de maîtrise.

Nous basant sur les recherches qualitatives ci-dessus évoquées, où le nombre de participants est compris entre dix et vingt, nous avons effectué au total 25 entretiens semi-dirigés ($N = 25$) auprès d'élèves de la sixième année de l'école élémentaire âgés de douze ans, tous volontaires pour participer à l'étude et ce, après les observations non participantes de leçons portant sur le thème commun de l'appareil digestif et de la digestion. Ces participants sont répartis dans cinq écoles primaires toutes implantées dans la circonscription éducative de Dakar. Dans chaque école, nous avons choisi la classe de CM2 qui correspond à la sixième année du primaire. Et dans chaque classe, nous avons choisi cinq participants volontaires. Dans le même souci de garantir l'anonymat, les élèves dans chaque classe ont été codés en El_1 à El_5. Les entretiens semi-dirigés sont conduits sur la base d'un guide (annexe 2) élaboré à partir de notre cadre théorique et conceptuel et de nos objectifs de recherche dans le but de nous permettre de recueillir les différentes conceptions initiales et leurs influences potentielles sur l'apprentissage d'un thème spécifique en sciences, à savoir la digestion et le système digestif.

3.4.2 Les observations non participantes de leçons

Généralement, dans le domaine des études qualitatives, plusieurs chercheuses et chercheurs ont eu recours à l'observation comme méthode de collecte des données (Anadón, 2006; Samson, Toussaint et Pallascio, 2004; Savoie-Zajc, 2011). En effet, l'observation est une méthode qui permet au chercheur de se rendre sur le terrain avec un guide méthodique d'observation afin de mieux comprendre les interactions et de décrire les comportements des participants. Pour Fortin et Gagnon (2016), « Le but [de l'observation] consiste à déterminer les personnes, les interactions, l'influence d'un contexte socioculturel qui peuvent être étudiées en profondeur » (p. 316).

On distingue, par ailleurs, deux types d'observation pouvant être menées dans l'étude des situations sociales lors des recherches qualitatives : il s'agit de l'observation non participante et de l'observation participante. L'observation non participante est, selon Fortin et Gagnon (2016), « une méthode de collecte de données qui consiste à observer un groupe sans en faire partie afin de décrire une situation sociale donnée » (p. 316). Cela étant, dans l'observation non participante, bien qu'il se situe à l'intérieur du groupe pour tenter de décrire le phénomène à l'étude, le chercheur adopte une attitude passive en observant tout simplement la situation qu'il étudie. Quant à l'observation participante, elle dépasse la simple description des composantes d'une situation sociale inhérente à l'observation non participante en permettant au chercheur de s'imprégner personnellement du milieu socioculturel qu'il étudie. L'observation participante permet au chercheur de jouer un rôle plus actif, de découvrir et de comprendre les interactions et les comportements des participants. Fortin et Gagnon (2016) précisent que « l'observation participante est une méthode de collecte des données qui consiste en l'immersion du chercheur au même titre que les participants, et ce en vue d'observer directement comment ceux-ci réagissent dans des situations sociales données » (p. 317). C'est dans ce sens que Peretz (2004) avance que l'observation directe dans sa forme participante, c'est « être témoin des comportements sociaux d'individus ou de groupes dans les lieux mêmes de leurs activités ou de leurs résidences sans en modifier le déroulement » (p. 14). Portney et Watkins (2009) abondent dans le même sens en affirmant que dans l'observation participante, le chercheur s'intègre complètement dans le groupe social qu'il a pour tâche d'étudier et devient un participant dans les activités de celui-ci. Cette immersion du chercheur dans le milieu à l'étude lui permet ainsi d'appréhender les observations du point de vue de ceux qui sont observés, de décrire leurs interactions et d'analyser les comportements en fonction de leurs activités

personnelles. Pour Samson *et al.*, (2004) aussi, « l'observation en situation est un outil de cueillette de données où le chercheur devient le témoin des comportements des individus et des pratiques au sein des groupes en séjournant sur les lieux mêmes où ils se déroulent » (p. 4).

Dans le cadre de cette étude, nous avons mené cinq observations non participantes de leçons en sciences dans cinq différentes classes de CM2 portant sur le thème de l'appareil digestif et de la digestion qui ont duré approximativement chacune 45 minutes. Les classes n'ont pas les mêmes effectifs. Cependant, aucune d'entre elles ne dépasse l'effectif standard d'élèves fixé dans l'enseignement élémentaire par le MÉN (2013) qui est de 45 à 50 élèves pour les classes normales. Le nombre moyen d'élèves dans chaque classe est de 36.

Les observations non participantes de leçons, que nous avons effectuées, se sont déroulées dans de bonnes conditions. Elles nous ont permis d'apprécier les niveaux d'implication des élèves à la réalisation des différentes activités apprentissages initiées par leurs maîtres, mais aussi et surtout comment ces derniers ont tenté de faire émerger et de prendre en compte, leurs conceptions initiales sur l'appareil digestif et la digestion chez l'être humain lors des leçons.

Au cours des observations non participantes de leçons, les données que nous avons obtenues à partir du canevas d'analyse (annexe 1), nous ont permis de décrire les interactions des élèves, d'analyser leur comportement en fonction de leurs réalités personnelles (Portney et Watkins, 2009), mais aussi et surtout de recueillir leurs différentes conceptions initiales sur l'appareil digestif et la digestion. Étant donné que nous retenons dans le cadre de cette thèse d'opérationnaliser le modèle allostérique de l'apprentissage de Giordan (1989) pour montrer comment partir des conceptions initiales pour les transformer en connaissances scientifiques pertinentes, nos résultats ont été analysés à travers ce prisme. Cela nous a permis d'apprécier les résistances et l'évolution scientifique constatées des conceptions initiales des élèves. Pour ce faire, nous nous sommes appuyé sur notre schéma N°2, inspiré du modèle allostérique de l'apprentissage de Giordan (1989) portant sur les influences des conceptions initiales sur l'apprentissage des sciences, déjà présenté dans l'analyse conceptuelle et servant de devis méthodologique.

3.5 Les groupes de discussion (GD)

Selon Fortin et Gagnon (2016), les groupes de discussion (GD) ou discussions focalisées (*focus group*) permettent d'examiner en détail les façons de penser des participants, leurs opinions et

leurs réactions vis-à-vis d'un sujet particulier. Par ailleurs, les GD se présentent, selon (Krueger, 1994), comme un outil permettant de recueillir des données à partir d'interactions entre les participants sur un thème défini par le chercheur et présenté dans un guide d'entretien bien structuré. Au même titre que l'entretien semi-dirigé et les observations non participantes de leçons, nous avons aussi eu recours à la fois aux GD comme outil complémentaire aux autres méthodologies de collecte de données (Brown, 1999), mais aussi de validation écologique de l'analyse des données (Miron, 2004; Rezabek, 2000). Pour Morgan (1977), le GD est une technique généralement employée dans une étude où les participants constituent un groupe homogène. C'est notre cas, car dans cette thèse, les participants sont essentiellement composés d'élèves de la sixième année de l'élémentaire, de la même tranche d'âge et tous scolarisés dans la circonscription administrative de Dakar-Plateau.

Dans le cadre de cette recherche, nous avons organisé cinq GD, à la suite des observations des leçons que nous avons suivies. Chaque groupe de discussion a réuni cinq élèves, totalisant 5 DG ($N = 25$). Ce nombre nous a paru raisonnable pour favoriser la participation de tous les participants et permettre, en même temps, les interactions et prises de paroles attendues.

Les cinq GD ont été animés selon les principes préconisés par Boutin (2007) et les échanges structurés selon une grille d'analyse (annexe 3). Ces principes nous ont permis de constater des conceptions initiales des élèves vis-à-vis de la leçon portant sur le thème de l'appareil digestif et de la digestion. Ces GD ont aussi été l'occasion pour les élèves de se rappeler dans le cadre d'un échange structuré, les divers faits qu'ils ont vécus en entendant les autres évoquer des situations analogues sur les organes constitutifs et le fonctionnement du système gastro-intestinal humain. Le tableau 3.3 récapitule les différents outils de collecte de données que nous avons administrés dans les différentes écoles et présentés en annexe.

Tableau 3.3 : Les types et nombre d'outils de collectes de données administrés par école

Écoles Outils	École 1 (N = 45) A	École 2 (N = 36) B	École 3 (N = 38) C	École 4 (N = 37) D	École 5 (N = 26) E	Total
Entretiens semi-dirigés	5	5	5	5	5	25
Observations non participantes de leçons	1	1	1	1	1	5
Groupes de discussion (GD)	1 (N = 5)	5				

Dans un souci de pertinence et de fiabilité, mais aussi pour adapter les questions à la spécificité de notre population composée de mineurs, les différents outils de collecte de données que nous avons utilisés dans cette étude ont été déjà éprouvés auprès de participants présentant les mêmes caractéristiques, c'est-à-dire auprès d'élèves du même âge et classe qui ne sont pas concernés par notre étude. Les conclusions tirées de leur mise à l'essai nous ont permis d'améliorer, de préciser certaines questions en les rendant plus simples tout en veillant à leur cohérence et pertinence par rapport à nos objectifs de recherche.

3.6 La méthodologie d'analyse

En sciences humaines et sociales, plusieurs auteurs considèrent l'analyse de contenu comme étant une méthode appropriée de traitement et d'analyse qualitative de données collectées à partir d'entretiens et d'observations de recherches (Bardin, 1977, 2001; L'Écuyer, 1987; Legendre, 2005; Mucchielli, 2006, 2008; Negara, 2006; Quivy et Campenhoudt, 1996; Richard, 2006; Samson *et al.*, 2004; Savoie-Zajc, 2000; Thomas, 2006; Wanlin, 2007). Sous ce rapport, l'analyse de contenu se présente comme un ensemble de techniques de communication qui permet de faire une description détaillée du contenu explicite et implicite des discours recueillis auprès des participants ainsi que leur organisation rhétorique et argumentaire selon des thèmes structurants. Dans ce sens, Samson *et al.* (2004) précisent que

L'analyse de contenu consiste à regrouper en catégories ou en thèmes tous les énoncés qui se rejoignent par le sens. L'analyse de contenu est privilégiée, tant pour l'épreuve que pour l'entretien. Les analyses permettent de traiter de manière méthodique les données recueillies qui présentent un certain degré de profondeur et de complexité. (p. 229)

Dans le cadre de notre recherche, nous avons opté pour l'analyse de contenu thématique étant donné que d'un point de vue méthodologique, nos données qualitatives proviennent essentiellement d'entretiens semi-dirigés, de groupes de discussion et d'observations non participantes de leçons. Nous avons, dans le cadre de cette recherche, mené une analyse de contenu thématique des données recueillies en nous basant sur les critères et les différentes phases chronologiques de l'analyse de contenu thématique selon Bardin (1977, 2001). Selon Bardin (1977), l'analyse de contenu permet de faire une lecture seconde d'un message qui représente une interprétation intuitive ou instinctive et une interprétation construite organisée autour de trois phases chronologiques que sont la préanalyse, l'exploitation des données (catégorisation et codage) enfin le traitement des résultats.

Les données recueillies auprès des élèves lors des entretiens (semi-dirigés et groupes de discussion) et des observations non participantes de leçons ont fait l'objet, de notre part, d'une analyse thématique de contenu à la fois descriptive et interprétative au regard des thèmes représentatifs définis dans notre grille d'entretien. Dans l'analyse, nous avons aussi pris en compte les catégories émergeant des réponses des participants en vue de dégager et de rechercher les unités de signification et les liens qu'elles entretiennent. Comme l'écrit Mucchielli (2008), même si toute analyse qualitative passe une certaine forme de thématisation, « il ne s'agit plus seulement de repérer les thèmes, mais également de vérifier s'ils se répètent d'un matériau à l'autre et comment ils se recoupent, rejoignent, contredisent, complémentent » (p. 162). Cette analyse thématique que nous avons faite des données que nous avons recueillies a été articulée autour des grands thèmes de notre grille d'analyse qui aborde les typologies des conceptions initiales, leurs influences sur l'apprentissage des concepts scientifiques étudiés et l'impact de leur prise en compte dans l'amélioration de la compréhension conceptuelle des élèves.

Pour distinguer et catégoriser les différentes sortes de conceptions initiales au regard de l'appareil digestif et de la digestion, qui ont émergé lors des différentes leçons, nous avons élaboré une grille d'analyse inspirée des travaux de Simard (2014) portant sur les multiples conceptions du vivant et de leurs caractéristiques mais aussi surtout sur les réalités culturelles et sociales de nos participants (Erny, 1985, 1987) (voir annexe la grille de classification des conceptions initiales émergées).

Tableau 3.4 : Grille de classification des conceptions initiales émergées

Origine de la conception	Type d'explication fournie	Caractéristiques
Culturelle	Naïve et analogique	Finaliste
Religieuse	Irrationnelle	Déterministe
Idiosyncrasique (Imagination personnelle)	Acceptable	Interactionniste

Cette grille nous a servi pour chacun des concepts à l'étude, de moyens de catégorisation et de classification des conception initiales. Elle est structurée selon trois items qui permettent d'identifier l'origine et le contexte de formation de la conception initiale émergée, l'explication fournie aux participants, mais aussi sa caractéristique (finaliste, déterministe, interactionniste).

Les conceptions initiales peuvent relever de la religion, de la culture ou de l'idiosyncrasie c'est-à-dire de l'imagination personnelle et naïve du sujet. Notre grille est inspirée de la théorie évolutionniste (Griffiths *et al.*, 2006) et par les travaux de Simard, Samson et Harvey (2015) sur les conceptions multidimensionnelles qui s'inscrivent dans cette dynamique et permettent de caractériser et de classer des conceptions du vivant. Il s'agit du finalisme de l'interactionnisme et du fixisme, entre autres. Selon ces auteurs, la conception finaliste explique les différentes fonctions vitales du vivant en une fin et leur accorde une forme d'intentionnalité. En d'autres termes, la conception relative à la conception du vivant renvoie au rôle qu'elle peut ou est susceptible de remplir. L'interactionniste accorde quant à lui, une place importante à l'influence des facteurs environnementaux et sociaux dans la formation des conceptions initiales. Enfin, le fixisme évoque la vision statistique et immuable d'une conception déjà cristallisée dans l'esprit de l'enfant. Une conception initiale fixiste est alors susceptible de résister aux apprentissages et de perdurer jusqu'à l'âge adulte.

Pour minimiser les biais liés à la subjectivité à la fois du chercheur et des participants, les données recueillies à partir de nos différents outils de collecte, ont été triangulées. Savoie-Zajc (1996) considère la triangulation comme une stratégie de recherche qui consiste à combiner les données issues de plusieurs outils ou instruments, et de permettre, chemin faisant, de compenser les biais propres à chacun d'eux. La triangulation permet en effet, de recourir à plusieurs modes de collecte des données combinés ainsi qu'à divers points de vue abordés pendant la recherche pour, d'une part, faire ressortir différents aspects, et d'autre part, dégager une vision plus globale d'un phénomène étudié (Karsenti et Savoie-Zajc, 2004).

Pour notre cas, l'option de triangulation des outils de collecte de données s'est avérée nécessaire pour assurer la validité des analyses qualitatives effectuées et pour renforcer l'objectivité et la scientifité de nos résultats obtenus. Il nous faut préciser que pour respecter l'anonymat dans le traitement des données, les cinq classes concernées par notre étude ont été codées en classe A, B, C, D et E.

3.7 La mise en œuvre de la collecte de données

Dans le cadre de cette thèse, nous avons utilisé différents outils de collectes de données que sont l'entretien semi-dirigé, l'organisation de groupes de discussion et l'observation non participante de leçons. La collecte de données, réalisée dans cette étude, a tenu compte des considérations éthiques et de la spécificité de l'administration sénégalaise qui requiert d'être informée avant de délivrer son autorisation pour effectuer une recherche au niveau des écoles ciblées. Sur le plan opérationnel, le tableau 3.5 ci-dessous permet d'expliciter les séquences de notre devis méthodologique à savoir les préalables et les trois moments phares de notre collecte de données qui ont eu lieu pendant les sessions d'été et d'automne 2022 au Sénégal.

Tableau 3.5 : L'opérationnalisation et l'échéancier de la collecte des données



Compte tenu de notre connaissance du système éducatif sénégalais, nous avons choisi les meilleurs moments tant pour les préalables que pour la collecte proprement dite des données sur le terrain. En effet, les écoles sénégalaises fonctionnent d'octobre à juin sur la base d'un décret présidentiel annuel.

La première phase constitue les préalables, et a été menée au début de la rentrée scolaire 2021-2022. Dans cette phase, nous avons recherché et obtenu au mois de juin 2022 auprès de l'UQTR le certificat éthique (cf. annexe 5), avant de pouvoir nous lancer dans la collecte de données. Par la suite, nous sommes allé auprès de l'Inspecteur d'Académie de Dakar pour l'informer des objectifs de notre recherche et recueillir son autorisation indispensable avant d'entamer la collecte proprement dite de données au niveau des écoles élémentaires choisies.

Dans un troisième temps, une rencontre préparatoire est organisée pour informer les écoles ciblées de nos intentions de recherche, de notre autorisation fournie par l'inspecteur d'Académie. Par la même occasion, nous avons sollicité et obtenu les autorisations des directions d'établissements scolaires (cf. annexe 4, portant sur l'autorisation de la direction d'établissement scolaire) ainsi que le consentement des maîtres de CM2 (cf. annexe 7, portant sur l'information et le consentement de l'enseignant) et des parents et/ou tuteurs légaux des élèves participants à notre recherche (cf. annexe 6, portant sur l'information et le consentement du parent ou du tuteur légal de l'élève). Les directeurs et maîtres participants nous ont permis de rencontrer les parents et de discuter avec eux sur les tenants et les aboutissants de notre recherche.

Dans le respect de la progression des apprentissages, les maîtres ont fixé les dates d'observation de leçons qui ont été suivies par les entretiens individuels et les GD pour les élèves participants concernés. Après toutes ces démarches indispensables, nous avons effectué deux collectes de données en accord avec les cinq directions d'établissements scolaires aux mois de juin et de décembre de l'année 2022. La collecte des données s'est déroulée dans le contexte de la pandémie de la Covid-19 qui a chamboulé le fonctionnement des écoles sénégalaises comme partout ailleurs dans le reste du monde. Cependant, bien que la pandémie de la Covid-19 commençait à être maîtrisée au moment de la collecte des données, nous avions scrupuleusement observé le respect des mesures barrières dictées dans toutes les écoles du pays conjointement par les autorités sanitaires et éducatives du Sénégal pour limiter sa propagation à savoir le lavage fréquent des mains, la désinfection des salles de classes et des objets usuels et le port obligatoire du masque facial.

3.8 Les critères de scientifcité

Les critères auxquels on peut se référer pour apprécier la rigueur et la qualité d'une recherche scientifique varient selon la posture épistémologique des chercheurs. Comme le soutient Van der Maren (1996), chaque type de recherche a ses propres particularités et doit retenir les critères de rigueur qui lui sont propres. Pour minimiser, d'une part, la subjectivité de la connaissance qui est liée au vécu des participants (Guba et Lincoln, 2005) et relever, d'autre part, le défi de la qualité des résultats obtenus, nous avons utilisé des critères de scientifcité d'ordre méthodologique, relationnel et éthique qui soutiennent une recherche qualitative interprétative comme la nôtre (Anadón, 2006; Bourgeois, 2016; Gohier, 2004; Lincoln, 1995; Savoie-Zajc, 2011, 2018; Van der Maren, 1996).

3.8.1 La crédibilité

La crédibilité est un critère de scientifcité qui consiste à vérifier et garantir la plausibilité de l'interprétation du phénomène étudié par le chercheur (Savoie-Zajc, 2018). Elle traduit, ainsi, un souci de validation interne des données (Gohier, 2000). Dans la conduite de cette recherche, nous avons posé plusieurs actes en vue de rendre crédibles nos résultats tant au niveau de la démarche méthodologique que du traitement des données recueillies. En effet, notre présence a été effective durant toutes les étapes du processus de collecte de données que nous avons exclusivement menées au niveau des différentes écoles élémentaires participantes. En plus de cela, vient le recours à différents outils complémentaires de collecte de données (grille d'entretiens semi-dirigés, groupes de discussions focalisées, grille d'observations non participantes de leçons) abordant les mêmes thèmes et qui nous ont permis, lors du traitement, de faire une triangulation des données pour rendre davantage crédibles nos résultats de recherche.

3.8.2 La transférabilité

C'est un critère de scientifcité qui garantit la validité externe des résultats de la recherche. Elle renvoie à l'adaptabilité et à l'application même limitée des résultats de l'étude menée dans d'autres contextes (Gohier, 2004; Pourtois et Desmet, 2007). En cela, elle est un critère de consensus entre le chercheur et tout autre utilisateur potentiel des résultats de la recherche qui peut s'interroger en droit sur la pertinence, la plausibilité et la ressemblance pouvant exister entre le contexte décrit par cette recherche et son propre milieu de vie (Savoie-Zajc, 2018). Pour

mettre en évidence le critère de transférabilité dans cette recherche, nous avions pris le soin, dans l’élaboration de nos différents outils de collectes de données, de décrire le contexte d’étude et les caractéristiques des différents participants qui sont deux moyens privilégiés pouvant garantir ce critère (Baribeau, 2009). En plus de cela, la triangulation des différents outils de collecte de données nous a aussi permis d’assurer une saturation des données qui caractérise la réalité des participants dans les différentes écoles élémentaires étudiées, ce qui peut assurer la plausibilité et par voie de conséquence, la transférabilité des résultats.

3.8.3 La fiabilité

La fiabilité porte sur la cohérence générale de toutes les étapes du processus de recherche, du début à la fin. Elle repose sur la cohérence entre les questions de recherche posées au tout début de l’étude par le chercheur, l’évolution qu’elles ont subie ainsi que la documentation de cette évolution, jusqu’aux résultats obtenus (Savoie-Zajc, 2018). La fiabilité permet aussi d’arrimer les différents outils de collecte de données à la technique de triangulation (Drapeau, 2004; Savoie-Zajc, 2011, 2018). Dans cette thèse, la triangulation des outils de collecte de données des entretiens semi-dirigés, des focus groupes et des observations non participantes de leçons a permis de rendre plus fiables nos résultats.

3.8.4 La confirmabilité

La confirmabilité renvoie à l’objectivation des données produites à l’issue de la recherche. C’est un processus d’objectivation qui doit être mis en œuvre pendant et après la recherche afin de garantir la crédibilité de la recherche, l’explicitation claire de la démarche méthodologique de recherche et l’analyse rigoureuse des données (Savoie-Zajc, 2011, 2018). Dans notre cas, l’analyse et l’interprétation des données tant dans les entrevues semi-dirigées et les groupes de discussion que dans les observations non participantes de leçons sont appuyées sur le modèle théorique allostérique de Giordan (1989).

3.8.5 L’équilibre

L’équilibre est un critère qui consiste à s’assurer que les points de vue de l’ensemble des participants concernés par la recherche sont exprimés de façon équitable et pris en compte par le chercheur, quelle que soit leur opposition (Denzin et Lincoln, 2000; Gohier, 2004; Savoie-Zajc, 2011, 2018). Dans cette recherche, nous avons pris en compte ce critère spécifiquement lors des groupes de discussion, en veillant à la mixité et au respect de la taille des groupes mais

aussi au temps de parole équitablement réparti entre les différents participants. La triangulation des données a aussi été un adjuvant à la prise en compte de ce critère d'équilibre dans notre recherche.

3.8.6 L'authenticité

C'est un critère qui concerne particulièrement la pertinence et les effets de la recherche sur les participants (Gohier, 2004; Savoie-Zajc, 2011, 2018). Ces dimensions d'authenticité ont trait à la qualité des prises de conscience qui s'effectuent chez les participants car la recherche est à la fois source et occasion d'apprentissage tant pour les participants que pour le chercheur lui-même.

Dans cette recherche, nous avons pris en compte l'authenticité dans ses dimensions ontologique, éducative et catalytique. En effet, les focus groupes ont été des occasions, pour les participants, d'échanger et de comparer leurs différentes conceptions initiales au regard de l'appareil digestif et de la digestion et d'avoir, chemin faisant, une meilleure compréhension des conceptions initiales des autres participants et d'acquérir les concepts scientifiques appropriés pour les nommer.

3.9 La préoccupation éthique dans cette recherche

La préoccupation éthique est une condition essentielle et préalable dans une recherche. En effet, le chercheur est tenu de respecter les valeurs et principes d'ordre éthique vis-à-vis des autres acteurs de la recherche (Dolbec et Clément, 2000; Gohier, 2004; Savoie-Zajc, 2011, 2018). Pour pouvoir procéder à la collecte des données, nous avons entrepris les démarches pour l'obtention du certificat d'éthique de la recherche avec des êtres humains de l'Université du Québec à Trois-Rivières, émis le 08 juin 2022 (annexe 5) CER-22-288-07.04, lequel certificat nous a permis de descendre sur le terrain.

Nous avons effectué, par la suite, les démarches nécessaires pour informer et disposer des autorisations officielles et indispensables des autorités éducatives du Sénégal en particulier de l'Inspecteur d'Académie de Dakar ainsi que des écoles participantes (annexe 4). Nous avons aussi soumis à l'approbation des participants, des formulaires d'information et de consentement (Annexes 6 et 7). Les données collectées dans cette recherche sont gardées dans la stricte confidentialité et l'anonymat est respecté pour toute occasion de diffusion scientifique.

3.10 Les limites de notre étude

Notre recherche est menée dans cinq écoles élémentaires du Sénégal, toutes implantées dans l’Inspection d’Académie de Dakar, et ce, pour des raisons de proximité. Elle ne couvre donc même pas toute l’étendue de l’inspection d’Académie de Dakar et celle du pays avec ses disparités géographiques, culturelles et en matière d’infrastructures, de ressources et d’équipements scientifiques des écoles élémentaires. Elle ne s’adresse pas aussi à tous les élèves de la sixième année de l’élémentaire de l’inspection d’Académie de Dakar et du sous-secteur de l’enseignement élémentaire du Sénégal qui ont, selon leur histoire, éducation et culture, des vécus, des expériences et des intérêts différents concernant les sciences, mais surtout des conceptions initiales différentes les unes des autres d’un milieu à l’autre. En plus de cela, le caractère non aléatoire de la sélection des participants ainsi que les disparités géographiques et culturelles et matérielles rendent impossible toute généralisation des résultats obtenus, ce qui n’est pas d’ailleurs, le but d’une recherche qualitative comme la nôtre. À cette limite, s’ajoute le caractère subjectif de la connaissance produite puisqu’elle est liée au vécu du sujet (Guba et Lincoln, 2005).

CHAPITRE IV

RÉSULTATS OBTENUS

Ce chapitre est structuré en deux parties abordant respectivement, la présentation, l'analyse et l'interprétation des résultats de notre étude. Les résultats de notre étude ont été obtenus par l'entremise et la triangulation de différents outils de collecte de données, à savoir la grille d'observation non participante de leçon, la grille d'entretien semi-dirigé et la grille de discussion focalisée. Ces outils de recherche nous ont permis d'identifier, conformément à nos objectifs de recherche, les types de conceptions initiales d'élèves de la sixième année du primaire ainsi que leurs influences potentielles sur l'apprentissage des notions scientifiques étudiées et portant, plus précisément, sur le système digestif et la digestion.

4.1 La présentation des résultats des observations non participatives

Nous avons effectué au total cinq observations non participantes de leçons de sciences portant sur le thème de l'appareil digestif et de la digestion qui ont eu lieu dans cinq classes différentes de la sixième année du primaire.

Pour tenir compte du bon fonctionnement et de la progression des apprentissages dans les écoles, nous avons effectué les observations non participantes à deux moments différents de l'année scolaire, en juin et en décembre 2022 (se référer au tableau 4.6 ci-dessous). Ainsi, les 17 et 20 juin 2022, nous avons effectué une première collecte de données dans deux classes au niveau de deux écoles élémentaires différentes (classes A et B). Les leçons observées à ces occasions ont duré 56 minutes et 44 minutes respectivement. En décembre 2022, nous avions démarré la seconde collecte de données, deux mois après l'ouverture des classes (post-pandémie) et le début des cours dans l'enseignement élémentaire au Sénégal. La troisième observation non participante de leçon a été effectuée le 6 décembre 2022, et a duré 45 minutes dans la C. Les deux autres leçons ont été observées, les 20 et 21 décembre 2022, et se sont déroulées respectivement sur une durée de 43 et 50 minutes dans les classes D et E.

Tableau 4.6 : L'information sur la collecte de données par observation non participative

	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classe E
Observation 1					
Date	17 juin 2022	20 juin 2022			
Temps	56 min.	44 min.			
Observation 2					
Date			6 déc. 2022	20 déc. 2022	21 déc. 2022
Temps			45 min.	43 min.	50 min.

Lors des cinq leçons observées, la collecte de données a porté sur la préparation de la leçon, la démarche pédagogique utilisée par les maîtres, l'implication des élèves dans l'apprentissage, l'émergence des conceptions initiales des élèves par les maîtres, l'influence que ces conceptions initiales ont eue sur le déroulement de la leçon ainsi que sur la compréhension des notions d'appareil digestif et de la digestion.

4.1.1 La préparation des leçons par les maîtres : l'appareil digestif, la digestion

Le choix porté sur le thème de l'appareil digestif et de la digestion est guidé par le respect de la progression des enseignements-apprentissages planifié par les maîtres. Du fait que ce concept est important dans le curriculum scolaire et qu'il constitue un phénomène scientifique et culturel quotidiennement expérimenté et vécu par les élèves. De plus, il est important de considérer que l'alimentation est le point de départ de la digestion et porteur de plusieurs types de conceptions initiales, de nature culturelle et portées par un peuple.

Au regard de ces considérations, l'objet de la leçon observée a porté sur le thème de l'appareil digestif et de la digestion dans les cinq différentes classes d'observation. Toutes classes confondues, l'objectif d'apprentissage poursuivi portait sur la description de l'appareil digestif et les différentes étapes de la digestion humaine. La partie descriptive, dont il a été question durant les leçons, a tenté d'étayer la forme et la place des différents organes qui composent le système digestif humain ainsi que leur rôle et leur fonction dans le processus de la digestion. Lors de la leçon, les moyens pédagogiques mobilisés par les maîtres sont les manuels scolaires, mais aussi l'observation de croquis et de schémas par les élèves, le questionnement ainsi que le travail individuel et le travail en groupe autour de fiches d'activités.

4.1.2 Les manuels utilisés dans la préparation lointaine de la leçon

Pour préparer la leçon de sciences que nous avons observée, les cinq enseignants de classes de CM2 ont utilisé plusieurs documents pédagogiques. Il s'agit du *Guide pédagogique de*

l'enseignement élémentaire de la troisième étape CM1-CM2, du Livret de compétences de l'enseignement élémentaire de la troisième étape CM1-CM2, du Livre du maître de Sciences d'observation de la 3^e étape-Cours Moyen et du manuel Découverte du monde CM2.

4.1.2.1 Le guide pédagogique de l'enseignement élémentaire de la troisième étape CM2-CM2

Au Sénégal, avec la généralisation du Curriculum de l'Éducation de Base (CÉB), le *Guide pédagogique* est le nouveau document de planification des apprentissages scolaires à l'école primaire. Conçu par le Ministère de l'Éducation Nationale (MÉN) en 2008 et révisé en 2013, le *Guide pédagogique* est un support d'informations théoriques et pratiques, mais aussi un précieux outil de formation sur le CÉB qui est destiné aux enseignants. Le *Guide pédagogique* comprend aussi le programme scolaire actuellement en vigueur dans les différentes classes des écoles élémentaires du Sénégal.

Dans notre contexte, il existe trois guides pédagogiques à l'école primaire, chacun concentré sur une étape donnée. À l'image des autres guides pédagogiques, celui de la troisième étape est structuré en trois grandes parties. Le cadre théorique est la première partie du document, et il porte sur les principes directeurs et les concepts fondamentaux de l'Approche Par les Compétences (APC) qui est actuellement la modalité de planification des apprentissages en vigueur dans tous les ordres du système éducatif sénégalais. La deuxième partie du guide, intitulée cadre pratique, formule des conseils méthodologiques et pratiques sur la formulation des compétences, la construction et l'exploitation de Situations Significatives d'Intégration (SSI), la planification et la gestion des apprentissages, les différentes étapes d'évaluation de la compétence et la remédiation. Enfin, la troisième partie est relative au développement des apprentissages qui sont organisés en domaines et en sous-domaines.

Avec la mise en œuvre d'un CÉB, les enseignements dispensés à l'école élémentaire sont désormais divisés et organisés en domaines. Un domaine d'enseignement regroupe les leçons qui appartiennent au même type de connaissances. Chaque domaine d'enseignement est subdivisé en sous-domaines numérotés successivement et qui regroupent des activités d'apprentissages. Par exemple, le domaine Langue et communication comprend deux sous-domaines intitulés Communication orale et Communication écrite. Le domaine Éducation à la Science et à la Vie Sociale comprend deux sous-domaines, la Découverte du monde et l'Éducation au développement durable. L'initiation scientifique et technologique qui est notre champ d'investigation dans cette thèse est l'une des activités du sous-domaine Découverte du

monde qui comprend par ailleurs l’Histoire et la Géographie. Chaque domaine présente trois types de compétences à développer chez l’apprenant : la compétence de cycle, la compétence d’étape et les compétences de base des sous-domaines qu’il comprend. Chaque sous-domaine comprend une compétence de base qui est développée en plusieurs compétences de paliers. On trouve, dans la compétence de palier, la planification des apprentissages ponctuels, c’est-à-dire les objectifs généraux et spécifiques et les contenus d’apprentissage, les critères d’évaluation retenus pour la compétence concernée, des activités d’intégration et de remédiation proposées à titre indicatif aux enseignants. À la suite des paliers, on retrouve l’information didactique portant sur les considérations psychopédagogiques qui guident l’enseignement de la matière en question.

4.1.2.2 Le livret de compétences de l’enseignement élémentaire de la troisième étape CM1-CM2

Le livret de compétences est un extrait des compétences et des apprentissages planifiés dans le Guide pédagogique qui est aussi destiné à l’enseignant. Du point de vue de sa structuration, le livret de compétences regroupe les domaines et les sous-domaines d’enseignement qui représentent le programme scolaire en vigueur dans les écoles primaires sénégalaises. Il présente le tableau des compétences de cycle, de base et de palier ainsi que le tableau de correspondance des activités d’apprentissage planifiées par l’enseignant pour chaque domaine et sous-domaine d’enseignement.

Pour chaque domaine et sous-domaine d’enseignement, la compétence de base à développer par l’enseignant auprès de ses élèves est accompagnée de la compétence de palier qui comporte les objectifs et les contenus des apprentissages ponctuels, l’information didactique et des situations d’apprentissage et d’évaluation de l’intégration.

4.1.2.3 Le livre du maître de Sciences d’observation de la troisième étape

Le Livre du maître de Sciences d’observation de la troisième étape (CM1 et CM2) est aussi un précieux document destiné aux maîtres en ce qui concerne l’enseignement des sciences. Pour ce qui a trait à sa structuration, le livre présente, dans un premier moment, les références au programme de sciences de la troisième étape en vigueur au Sénégal en précisant les objectifs de connaissance, de compétence et de comportement à atteindre auprès des élèves de CM2 et qui s’appliquent aux domaines biologique, physique et chimique et technique.

Le livre propose des indications d'une démarche pédagogique expérimentale. Cette dernière recommande de partir de l'environnement immédiat de l'élève et d'être à l'écoute de sa réalité quotidienne et de l'inciter, chemin faisant, à parler de ce qui l'entoure. La démarche proposée dans ce document est bâtie sur l'observation de phénomènes naturels, qu'ils soient proches, généraux ou éloignés de l'expérience quotidienne des enfants, la comparaison entre les faits scientifiques et les points d'appui de la méthode proposée, la mise en œuvre d'activités d'expérimentation, d'investigation et de documentation des phénomènes étudiés et la synthèse des résultats obtenus dans ce sens.

Les leçons présentées dans ce livre du maître sont organisées en quatre grandes parties que sont la physique, la biologie animale et végétale, la biologie et la santé humaine et enfin, la technologie. Chaque partie comprend des chapitres qui regroupent les leçons à développer. Chaque leçon est ouverte sur les objectifs à atteindre, fait le point sur les notions essentielles à aborder, précise la durée et le nombre de séances nécessaires, comprend des activités d'observations et les expériences à réaliser ainsi que des activités d'investigation et documentation de recherche de même qu'une synthèse. À la fin de chaque chapitre, sont présentés des exercices pour évaluer les connaissances acquises par les élèves et les activités de remédiation, et en même temps, le résultat des expériences menées en classe.

4.1.2.4 Le manuel *Découverte du monde CM2*

Ce manuel, intitulé *Découverte du monde*, est structuré suivant les trois activités du domaine du même nom à savoir, l'histoire, la géographie et l'initiation scientifique et technologique. Cette dernière section qui nous concerne, à l'image des autres domaines déjà cités, comprend les compétences des paliers, les objectifs et des activités d'apprentissage ponctuels destinés à l'élève ainsi que des situations d'intégration et d'évaluation formative. Ce manuel est organisé en deux principales parties. La phase des apprentissages ponctuels comprend trois activités de recherche, de découverte et d'action permettant d'amener les élèves à s'approprier, par le biais d'une démarche active et collaborative, les ressources pédagogiques nécessaires à l'installation de chaque compétence de palier visée.

Les activités de recherche et de tâtonnement expérimental proposées tentent de tenir compte des centres d'intérêt des élèves et des orientations de la pédagogie de l'intégration. Au niveau des activités de découverte, plusieurs tâches qui permettent une bonne compréhension à travers l'analyse et la comparaison sont proposées. Mais aussi, une synthèse sur l'essentiel de l'objet

d'apprentissage. À cela, viennent s'ajouter des activités de consolidation et d'évaluation destinées aux élèves.

Tous ces documents utilisés par les enseignants, dans le cadre de la préparation des leçons, sont des documents officiels homologués par le Ministère de l'Éducation Nationale du Sénégal. Ainsi, ils représentent des ressources pédagogiques et font partie de la dotation des écoles primaires publiques par l'État en vue d'aider, d'une part, les enseignants dans la préparation des leçons, et d'autre part, de les accompagner puis de les amener à apprivoiser la mise en œuvre de la réforme curriculaire, mais également de les autonomiser dans leur travail professionnel. Au-delà des documents officiels, ci-dessus énumérés, les maîtres ont aussi utilisé d'autres moyens pédagogiques pour préparer et enseigner la leçon.

4.1.3 Les moyens pédagogiques utilisés dans le déroulement proprement dit de la leçon

Dans la mise en œuvre de leur leçon, les maîtres ont utilisé à la fois des moyens pédagogiques et des moyens matériels diversifiés. Parmi les moyens pédagogiques, les enseignants ont eu recours à l'observation de croquis et de schémas, à des fiches d'activités destinées aux élèves et au questionnement. Les images observées pendant les cinq leçons ont porté sur le schéma de l'appareil digestif et ses différentes composantes. Chaque leçon observée est structurée en trois grandes étapes à savoir la phase d'observation et de questionnement, la phase d'analyse et enfin la phase de synthèse au cours de laquelle, chaque maître récapitule et élabore le résumé avec la collaboration des élèves. Ces moyens pédagogiques ont été utilisés par les enseignants à divers moments des leçons, dans la présentation de l'objet d'étude et en soutien à la construction du savoir chez l'apprenant au moment de l'analyse et de l'élaboration de la synthèse. Le travail individuel, suivi du travail de groupe ont été les différentes modalités d'apprentissage mise en œuvre par les différents enseignants.

Les moyens matériels qui ont été utilisés dans les différentes leçons que nous avons observées sont le tableau noir, les ardoises et les cahiers de brouillon des élèves. L'utilisation des tableaux noirs a été à deux niveaux. Une partie a été consacrée aux maîtres pour mettre en relief les concepts étudiés et exposer les croquis et schémas à annoter et à analyser dans le cadre des leçons. L'autre partie a été réservée aux élèves pour restituer leurs productions lors des travaux de groupes donnés par les enseignants et qui étaient relatifs aux concepts scientifiques abordés que sont les éléments composants l'appareil digestif et le processus de digestion chez l'humain. Les ardoises ont été utilisées par les élèves pour fixer les nouvelles notions après leur

découverte. Les cahiers de brouillon ont servi d'abord aux élèves à travailler individuellement pour traiter les différentes consignes.

4.1.3.1 Les schémas anatomiques de l'appareil digestif humain

Les écoles participantes possèdent toutes des mallettes pédagogiques comprenant plusieurs documents et matériels scientifiques de soutien à l'enseignement et à l'apprentissage au nombre desquels figure le schéma anatomique de l'appareil digestif humain. Ainsi, dans le cadre des leçons, le schéma anatomique présenté aux élèves décrit et met en relief les différents organes qui composent le système gastro-intestinal humain et leur place dans l'organisme. Présenté par chaque maître dans sa classe respective, ce schéma a fait l'objet d'une consultation fréquente du début à la fin de chaque leçon. Les élèves ont eu à identifier, puis à décrire en donnant la forme et la taille des différents organes composant l'appareil digestif, en plus d'être invités au tableau afin de les situer dans le corps humain. De plus, les maîtres ont demandé aux élèves de donner le rôle et l'importance des organes de l'appareil digestif dans le mécanisme de la digestion. Le schéma a également été utilisé dans la découverte de la fonction physiologique de l'appareil digestif en demandant aux élèves, encore une fois, de venir au tableau en vue de montrer et de tenter d'expliquer le circuit des aliments mangés dans le corps humain, depuis le début jusqu'à leur digestion complète.

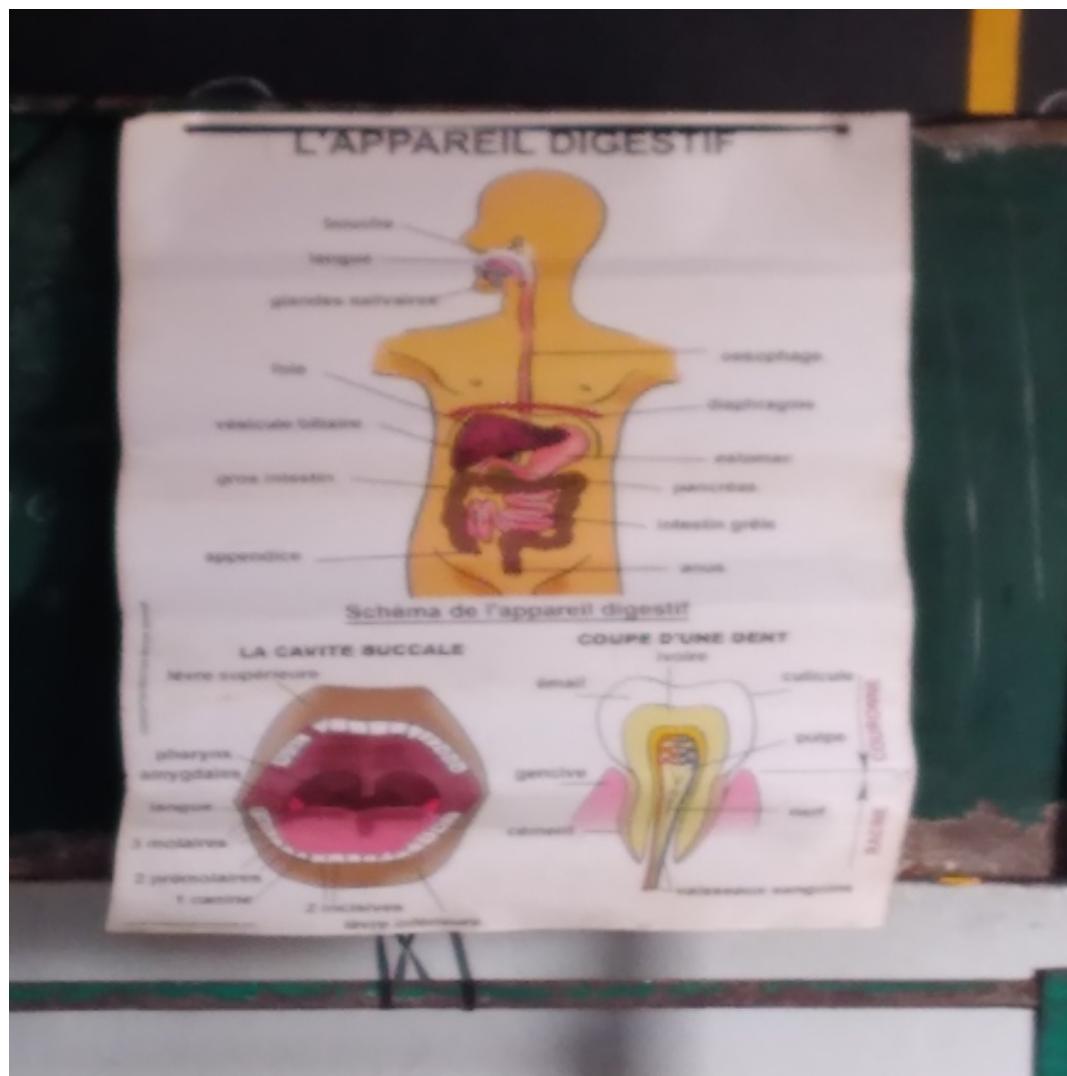


Figure 4.5 : Le schéma anatomique de l'appareil digestif observé dans la classe A

Dans la mise en œuvre des leçons observées, tous les cinq enseignants ont eu recours à des croquis de l'appareil digestif humain qu'ils ont esquissés, eux-mêmes, à main levée et couvert par un rideau pour les cacher (Figures 4.6, 4.7 et 4.8). Ce n'est que vers la fin de la leçon, au cours de la phase de consolidation des notions, que ces croquis ont été utilisés en vue d'amener les élèves à venir au tableau pour les annoter et tenter de montrer et dire le rôle de chaque organe dans le processus de la digestion.

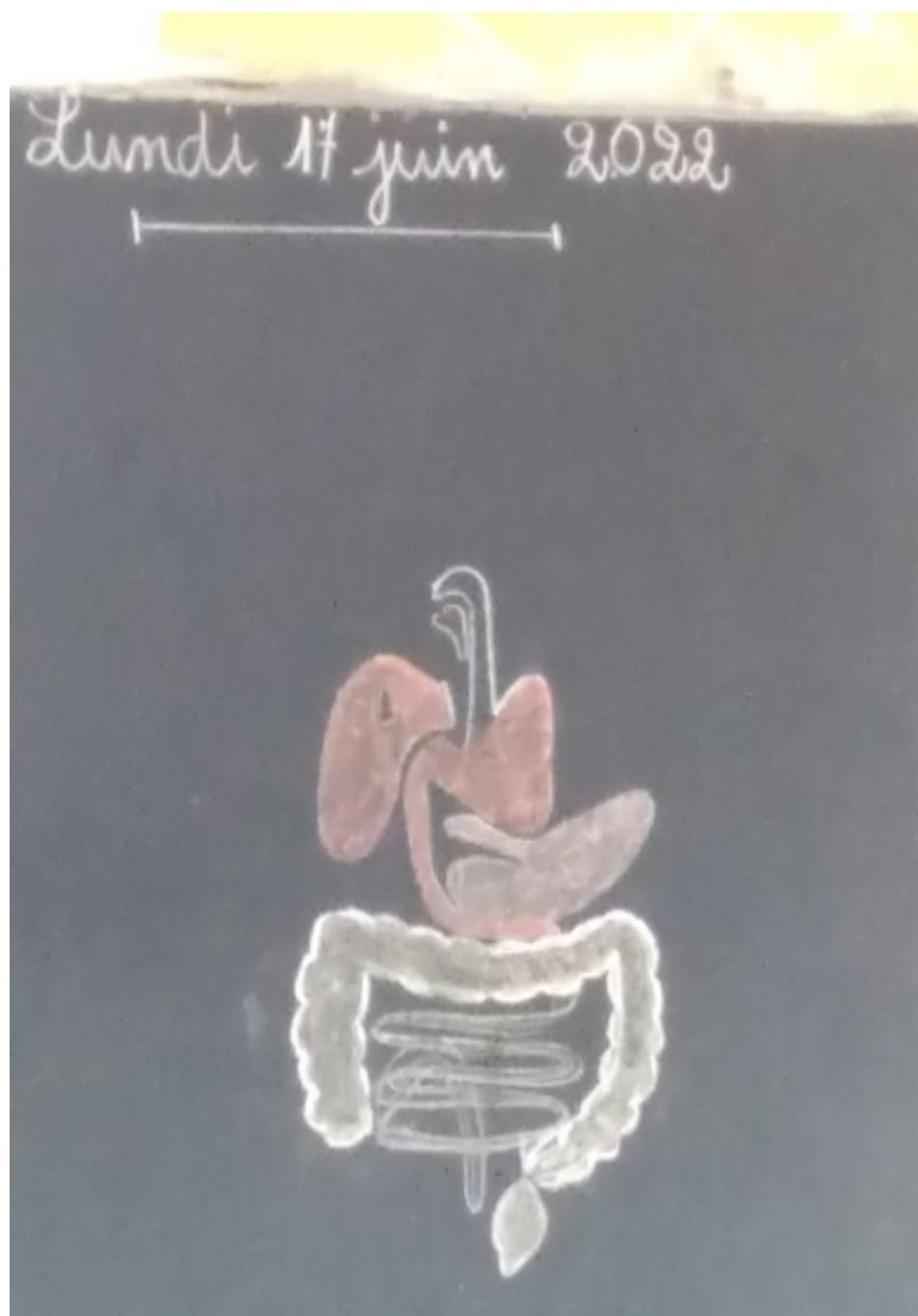


Figure 4.6 : Le croquis de l'appareil digestif humain du maître A



Figure 4.7 : Le croquis de l'appareil digestif du maître B



Figure 4.8 : Le schéma anatomique de l'appareil digestif de la classe C

4.1.3.2 Les fiches d'activités sur l'appareil digestif humain

Dans le cadre des observations non participantes de leçons que nous avons menées, des fiches d'activités représentant l'appareil digestif humain ont été distribuées aux élèves par les maîtres (Figure 4.9) en les invitant de travailler d'abord individuellement puis en groupe. Dans ces fiches d'activités, les exercices proposés ont permis aux élèves d'identifier les différents organes de l'appareil digestif et de tenter d'expliquer la progression de la nourriture à travers celui-ci.

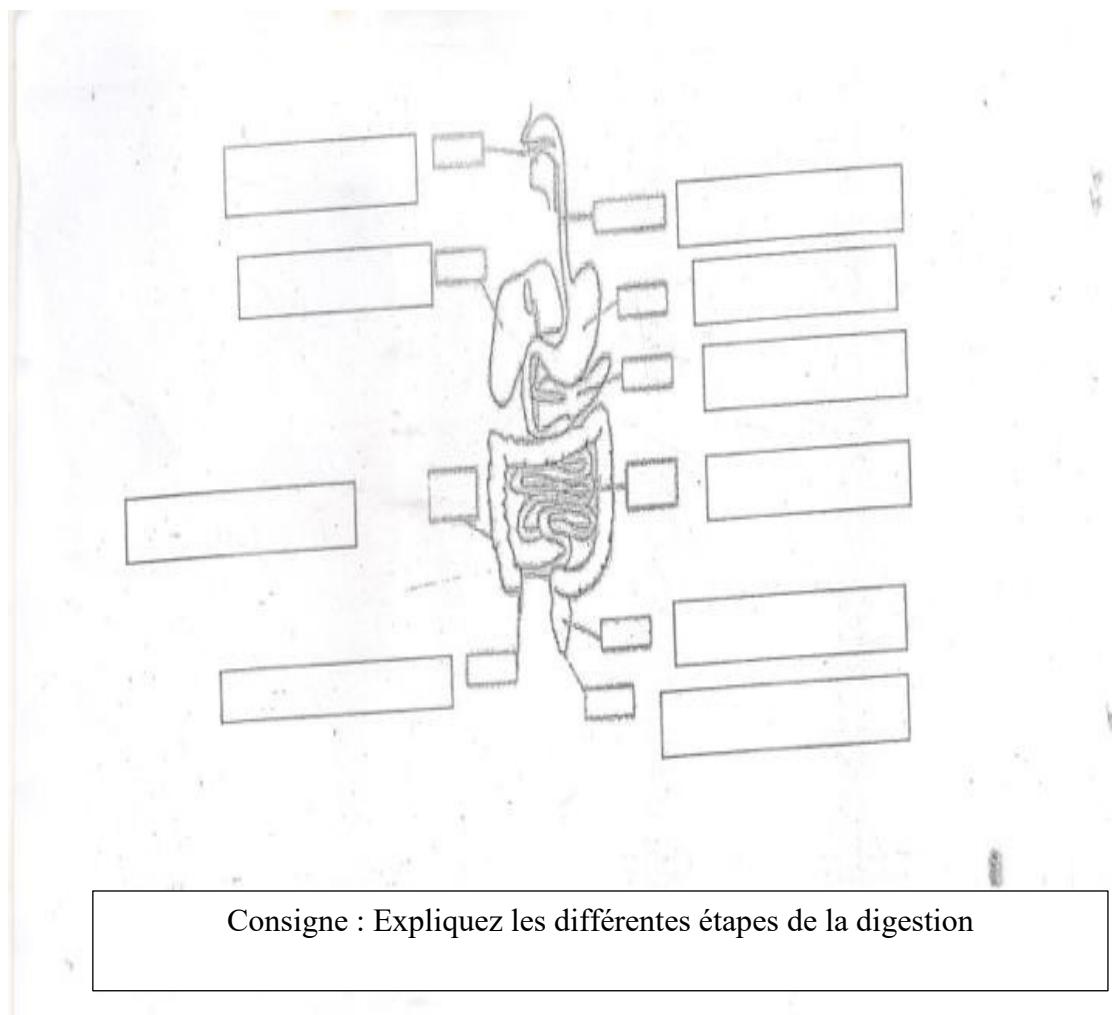


Figure 4.9 : La fiche d'activité représentant le schéma anatomique de l'appareil digestif utilisé dans la classe A

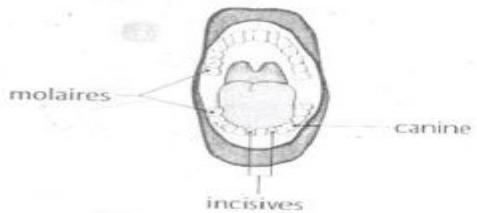
Distribuée dans la classe A, cette fiche d'activité porte sur l'anatomie de l'appareil digestif humain et présente les différents organes. Les élèves ont travaillé, d'abord, de façon individuelle. Par la suite, ils ont été invités à travailler en groupe. La consigne était d'expliquer les différentes étapes de la digestion. Le travail fait par les élèves a consisté à annoter le schéma et à ordonner (par numéro) les étapes du processus de la digestion.



Décrire et expliquer des structures et des fonctions biologiques
L'appareil digestif, la digestion



Contexte : La digestion est une fonction essentielle. Sa méconnaissance est à l'origine de beaucoup de perturbations de notre état de santé. Voici quelques illustrations qui permettent de comprendre le fonctionnement de l'appareil digestif.

molaires
canine
incisives



Consigne : Observe, puis essaie de décrire les différentes étapes de la digestion.



Je observe, puis je décris l'appareil digestif.
 Je identifie les différents organes du tube digestif et la fonction de chaque organe.
 Je identifie les glandes de l'appareil digestif et la fonction de chaque glande.
 Je décris la denture observée.
 Je identifie les différents types de dents.
 Je précise le rôle de chaque type de dents.
 Je décris le trajet suivi par les aliments.
 Je explique les différentes étapes de la transformation des aliments.
 Je dis comment on appelle cette transformation.

Figure 4.10 : La fiche d'activité représentant le schéma physiologique de l'appareil digestif humain de la classe B

La fiche d'activité ci-dessus a été distribuée aux élèves de la classe B (Figure 4.10). Elle porte, elle aussi, sur la physiologie de l'appareil digestif humain, dont elle présente les différentes parties, et tente d'expliquer la fonction digestive. Elle comporte des illustrations qui expliquent le fonctionnement de l'appareil digestif. Il a été donné aux élèves la consigne d'observer, puis d'essayer de décrire les différentes étapes de la digestion. Les élèves ont travaillé d'abord individuellement, puis en groupe avant de partager et de confronter leurs productions collectives.

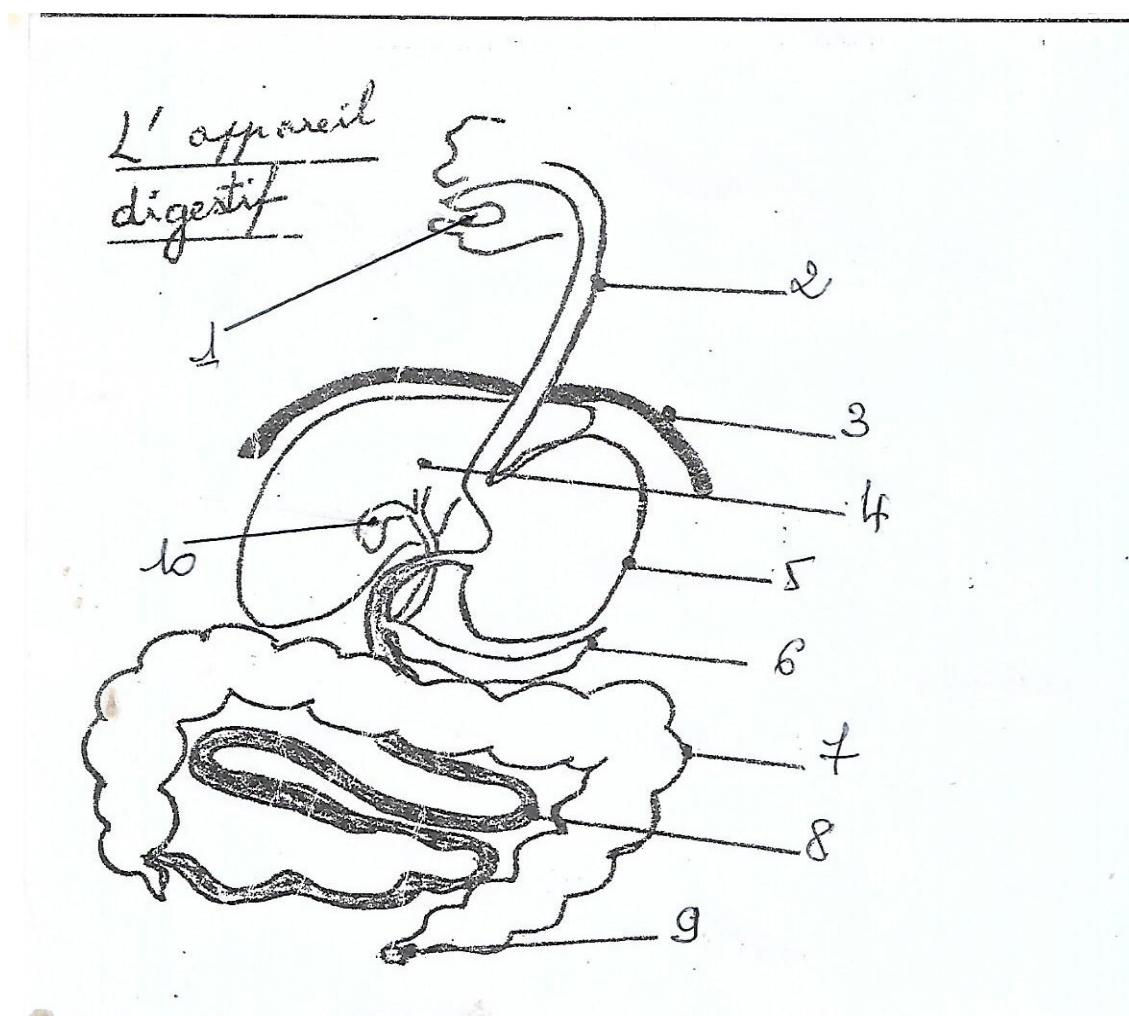


Figure 4.11 : La fiche d'activité représentant le schéma anatomique de l'appareil digestif humain de la classe C

À l'image des autres classes, ce schéma (Figure 4.11) a été soumis aux élèves de la classe C pour l'annoter, situer les organes de l'appareil digestif et le chemin des aliments dans le corps.

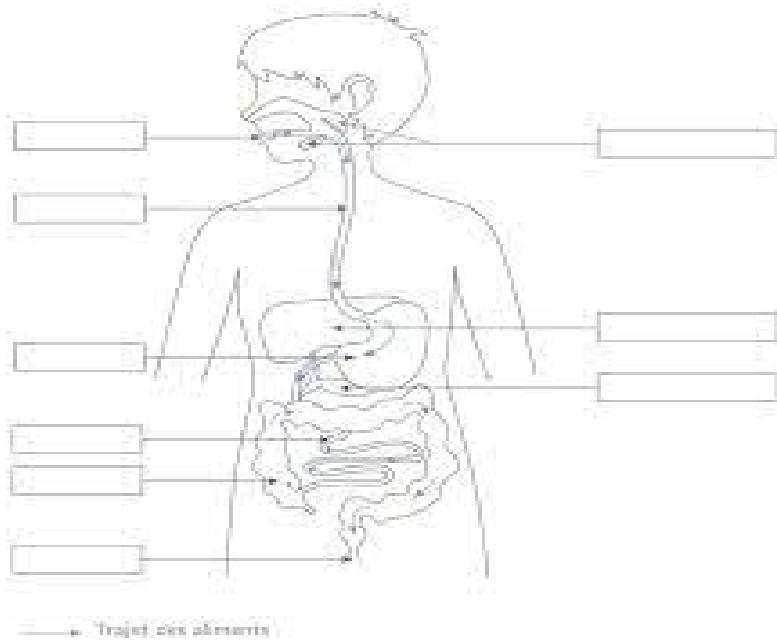


Figure 4.12 : La fiche d'activité représentant le schéma anatomique de l'appareil digestif humain de la classe D

Dans la classe D, c'est un schéma (figure 4.12) portant également sur l'anatomie de l'appareil digestif humain ainsi que sur les différents organes, qui a été partagé aux élèves. Il s'agissait ici de l'annoter en identifiant les organes correspondants au moment de l'analyse.

Enfin, dans la classe E, le maître n'a pas utilisé de fiches d'activités, mais seulement un croquis déjà annoté. Ce choix n'a pas permis aux élèves de faire une investigation pour découvrir le nom des organes de l'appareil digestif et leur rôle dans le processus de la digestion qui sont déjà donnés.

Parmi les moyens matériels utilisés dans les cinq différentes classes, on peut citer le tableau, les cahiers d'exercices des élèves, une pomme, du pain et des biscuits. À cela s'ajoutent des moyens humains, avec l'élève qui a croqué la pomme (Classe A) et d'autres qui ont mangé du pain (Classe E) et des biscuits (Classe D) lors de l'amorce de la leçon. Cela a constitué un point de départ qui a suscité plusieurs questionnements adressés aux élèves par ces différents maîtres pour tenter de faire émerger leurs conceptions initiales sur le fonctionnement de l'appareil digestif ainsi que sur le circuit des aliments dans l'organisme. Cette amorce a permis aux élèves de formuler des hypothèses en vue d'expliquer le chemin des aliments dans le corps humain

que les maîtres ont distribués (pomme, pain, biscuit) et par-delà, les aliments que nous mangeons.

4.1.4 Les questions posées par le maître par rapport aux réponses et hypothèses formulées par les élèves

Les différents maîtres ont posé aux élèves une série de questions qu'ils avaient prévues et formulées d'avance au cours des différentes phases qui structurent chaque leçon observée. Selon la démarche pédagogique qu'ils ont suivie, il s'agit d'abord **1)** de la phase d'observation, d'étonnement et de questionnement, **2)** de la phase d'organisation et de systématisation et enfin, **3)** de la phase de synthèse et de la récapitulation. Le tableau 4.7 illustre les indications méthodologiques proposées aux enseignants par le MÉN (2013, p. 212) dans le Guide pédagogique de la troisième étape en ce qui concerne l'enseignement des S&T en général.

Tableau 4.7 : Les indications méthodologiques proposées aux enseignants par le MÉN pour les leçons d'IST à la troisième étape

Phases	Contenus et indications
1. Phase d'observation, d'étonnement et de questionnement	Mise en contact avec le phénomène ou l'objet d'étude pour éveiller l'intérêt et amener les élèves à se poser des questions. Cette observation doit être libre, accorder du temps à cette phase
2. Phase d'organisation et de systématisation	Il s'agit d'une initiation scientifique et technologique. L'accent sera mis sur des procédés simples de découverte des éléments du milieu (objets, phénomènes, êtres) ainsi que sur la manipulation, le montage d'expériences simples et la réalisation d'objets courants. Le maître veillera à l'exactitude du langage scientifique et technologique.
3. Phase de synthèse	Par des exercices de consolidation, renforcer l'appropriation et la fixation des notions clés, des procédés, des démarches et des techniques. Le maître reprend la trame générale de la leçon pour mettre plus de cohérence. Ensuite, il dégage avec les élèves les principales idées ou faits saillants à retenir sous forme de croquis, schéma ou résumé à consigner dans les cahiers ou de réalisations concrètes à conserver.

Phase 1. Au cours de la phase d'observation, d'étonnement et de questionnement qui démarre la leçon, les maîtres ont posé des questions de découverte et d'identification de l'objet d'étude

et de certains moyens matériels utilisés à savoir la pomme et le pain, mais aussi, ils ont tenté de recueillir les connaissances antérieures et les représentations que les élèves ont de l'appareil digestif humain et de la fonction digestive.

Phase 2. Lors de la deuxième phase de réalisation, les élèves ont travaillé d'abord individuellement, puis en groupe pour tenter d'expliquer le processus de la digestion, le rôle de chaque organe, et de compléter le schéma soumis par les maîtres. Les élèves ont été questionnés par les maîtres sur l'anatomie et le fonctionnement de l'appareil digestif humain. D'une part, le travail des élèves a consisté à répondre à des questions portant sur l'identification, la description et la situation des organes constitutifs de l'appareil digestif et, d'autre part, aux questions des maîtres portant sur le processus de la digestion, c'est-à-dire sur le circuit des aliments que nous mangeons dans l'organisme.

Phase 3. La troisième phase correspondant à la synthèse, a comporté des questions de récapitulation qui ont aidé les élèves à produire le résumé de la leçon sous la conduite des maîtres. Les différentes questions répertoriées et posées par les maîtres pour faire émerger les conceptions initiales des élèves au regard de l'appareil digestif humain et de la digestion sont présentées respectivement par classe. Le tableau ci-dessous retrace, au cours des différentes séquences des différentes leçons observées, les questions posées par les maîtres pour faire émerger les conceptions initiales des élèves sur les notions étudiées avec les hypothèses et réponses formulées par les élèves dans chaque classe pour tenter de les expliquer en partant de leurs connaissances culturelles antérieures. Il s'agit, en effet, de réponses et d'hypothèses que nous avons rassemblées dans les trois leçons observées, et qui révèlent des conceptions initiales qu'ils ont vis-à-vis des organes de l'appareil digestif et de la digestion.

Présentés ci-dessous, les tableaux 4.8, 4.9, 4.10, 4.11 et 4.12 retracent et distinguent, au cours des différentes séquences de la leçon, les questions, hypothèses et réponses formulées par les élèves de chaque classe pour tenter d'expliquer les notions étudiées, partant de leurs connaissances antérieures. Il s'agit, en effet, de réponses et d'hypothèses que nous avons relevées lors des séances d'observation de leçons et qui révèlent l'état de la connaissance scientifique et des conceptions initiales que les élèves ont vis-à-vis des organes constitutifs de l'appareil digestif, de leur rôle et importance dans le processus de la digestion. Comme le recommande Giordan (1993), lors des observations de leçons, nous avons ciblé les questions plus ou moins implicites qui induisent ou provoquent la mise en œuvre des conceptions initiales.

Tableau 4.8 : Les hypothèses formulées par les élèves de la classe A

Principales phases de la leçon	Questions posées par la maîtresse	Hypothèses/Réponses apportées par les élèves
Phase d'organisation, d'étonnement et de questionnement	Aujourd'hui, nous allons voir une nouvelle leçon la digestion. La maîtresse donne une pomme à un élève X et lui demande de la manger devant ses camarades. Par la suite, elle pose la question : Qu'est-ce que l'élève X a fait ? Maintenant, je vais donner des feuilles (fiches d'activités). Vous allez m'expliquer tout ce qui va se passer chez l'élève X et que vous n'avez pas vu.	Les élèves ont travaillé d'abord individuellement puis en groupe pour compléter les schémas remis par la maîtresse.
	Observer cette image. Comment on l'appelle ?	C'est l'appareil digestif.
	À quoi sert l'appareil digestif ?	Ça sert à digérer les aliments que nous mangeons.
	C'est quoi la digestion ?	C'est la transformation des aliments en bouillie.
	Est-ce que la digestion se fait juste après avoir mangé ?	Non ça prend du temps. Ça dépend si on a faim, on digère vite.
	Comment et où avez-vous connu la digestion ?	À la maison, quand on mange. Maman nous dit de bien mastiquer les aliments pour être en bonne santé.
Phase d'organisation et de systématisation	Dans quelle partie du corps se fait la digestion ?	L'appareil digestif.
	Où se fait la première étape de la digestion ?	C'est la bouche...Les dents coupent les aliments, les mastiquent à l'aide de la salive.
	Quelle est l'étape suivante de la digestion ?	Les aliments passent par l'œsophage pour aller dans le ventre.
	Est-ce que l'œsophage est le même tube que celui qui te sert de respirer ?	Non, l'œsophage sert à transporter les aliments dans le corps.
	Qu'est-ce qui conduit les aliments dans l'estomac ? À quoi ressemble-t-il ?	C'est le tube digestif, il ressemble à un grand tuyau.
	Combien mesure le tube digestif ?	Les élèves ne savent pas, ils ont dit que c'est très long !
	Que deviennent les aliments dans l'estomac ou qu'est ce qui se passe dans l'estomac ?	Ils sont gardés dans l'estomac qui est un sac.
	Après l'estomac, où sont emmenés les aliments ?	Après l'estomac, les aliments vont dans l'intestin grêle.
	Est-ce que les aliments vont garder la même taille ? Que deviennent les aliments ? Où sont-ils ?	Non parce qu'ils sont digérés, ils sont transformés en bouille. Une partie est transformée en nutriments et va dans le sang et dans le corps, l'autre c'est en déchets.
	Et les aliments qui ne sont pas digérés, sont-ils restés dans le gros intestin ?	Ils vont sortir par l'anus, ce sont des déchets.

Tableau 4.9 : Les hypothèses formulées par les élèves de la classe B

Principales phases de la leçon	Questions posées par le maître	Hypothèses/Réponses apportées par les élèves
Phase d'organisation, d'étonnement et de questionnement	Le maître distribue des fiches d'activité représentant l'appareil digestif et demande aux élèves de bien l'observer, de relever la liste des organes et de les situer dans le corps	Les élèves travaillent d'abord individuellement puis en groupe puis présentent leurs productions au tableau.
	Le maître demande aux élèves de lister les organes de l'appareil digestif et de les comparer, à quoi ils ressemblent	Le tube digestif c'est comme, un raccord, un tuyau. L'estomac est un sac qui contient les aliments que nous mangeons.
	Parmi ces organes, quels sont ceux que vous avez déjà vus ? et à quelle occasion ?	On a déjà vu tous les organes à l'occasion de la tabaski quand mon père tue le mouton.
	Quand parle-t-on de digestion ?	Quand on mange.
	Quel est le rôle de la digestion ?	C'est pour bien grandir. Ça permet de transformer les aliments que nous mangeons.
	Comment se fait cette transformation ?	Les aliments passent par la bouche et vont dans l'estomac.

Tableau 4.10 : Les hypothèses formulées par les élèves de la classe C

Principales phases de la leçon	Questions posées par le maître	Hypothèses/Réponses apportées par les élèves
Phase d'étonnement et de questionnement	Le maître annonce l'objet d'étude et distribue du pain aux élèves et demande de le manger et pose la question suivante : Maintenant, où est passé le morceau de pain qu'on vient de manger ?	Dans l'estomac. Dans la bouche.
	Est-ce que le pain maintient sa forme jusqu'en bas ?	Non le pain se transforme.
	La transformation est faite à partir de quoi ?	La bouche.
	Que font ces organes ?	Ils transforment les aliments. Ils ont un rôle à jouer dans la transformation des aliments.
	Que deviennent les aliments digérés ?	Les aliments vont dans le sang. Mais il y'a une partie qui n'est pas digérée, elle est déversée dans l'anus.
	Le maître distribue des images, demande de les observer et d'essayer d'expliquer ce qu'ils voient et ce qu'ils comprennent.	Le pain passe par les organes. Les organes les transforment.
	Quand on mange un aliment, comment appelle-t-on le processus qui suit ?	La digestion.
	C'est quoi la digestion ?	C'est quand les aliments sont transformés.
	Où vont les aliments digérés ?	Ils vont dans l'estomac. Ils vont dans le sang.

Tableau 4.11 : Les hypothèses formulées par les élèves de la classe D

Principales phases de la leçon	Questions posées par le maître	Hypothèses/Réponses apportées par les élèves
Phase d'étonnement et de questionnement	Le maître donne à chaque élève un biscuit et leur demande de les manger et d'observer les étapes pour l'avaler.	Les élèves s'approprient le matériel
	Il distribue par la suite des feuilles et demande aux élèves de citer les principales étapes où ils sentent le biscuit.	
	Quand nous voyons un aliment que nous aimons, qu'est-ce qu'on remarque ?	De la salive dans la bouche.
	Donc par où commence la digestion ?	Par la bouche.
	Regardez bien le schéma ! Qu'est-ce qu'il représente ?	Ce schéma représente l'appareil digestif.
	À quoi il ressemble ?	C'est la grande machine qui transforme les aliments que nous mangeons. Le chemin où passent les aliments que nous mangeons.
	Quels sont les organes qui le composent ? et leur rôle ?	La bouche est la porte d'entrée des aliments. L'estomac est un sac qui contient les aliments. Les « racoles ² », les tuyaux.
	Viens montrer les « racoles »	L'élève part de la bouche à l'anus en passant par les intestins et dit que tout ça forme un seul tuyau où passera le biscuit.
	Est-ce que les aliments vont garder la même forme ?	Non, ils seront gardés dans l'estomac.
	Est-ce que les aliments vont rester dans l'estomac ?	Non ils vont être digérés après.
Phase d'organisation et de systématisation	Qu'est-ce qui va se passer ?	Les bons aliments vont rester dans le sang et les mauvais aliments sont des déchets qui vont sortir par l'anus.
	Comment faire pour faciliter la digestion ?	Il faut manger des aliments sains. Il faut bien mâcher les aliments.

² Terme familier utilisé pour désigner un tuyau

Tableau 4.12 : Les hypothèses formulées par les élèves de la classe E

Principales phases de la leçon	Questions posées par le maître	Hypothèses/Réponses apportées par les élèves
Phase d'étonnement et de questionnement	<p>Le maître donne un morceau de pain à un élève, lui demande de le manger pendant que tous ses camarades le regardent. Puis il pose les questions suivantes :</p> <p>Pourquoi mangeons-nous ?</p> <p>Où vont les aliments que nous mangeons ?</p> <p>Que deviennent les aliments que nous mangeons ?</p>	<p>Pour être en bonne santé.</p> <p>Ils vont dans l'estomac.</p> <p>Ils vont être transformés dans le corps.</p>
	<p>Que représente ce schéma ?</p> <p>À quoi ressemble-t-il ?</p> <p>Observez-le !</p>	<p>L'appareil digestif.</p> <p>À un tuyau très long.</p>
Phase d'organisation et de systématisation	Donner les différents organes de l'appareil digestif et le déroulement du phénomène de la digestion du début à la fin	Les élèves se mettent en groupe et complètent le schéma remis par le maître.
	C'est quoi la digestion ?	<p>C'est la transformation des aliments dans l'organisme.</p> <p>C'est la transformation des aliments dans le tube digestif.</p>
	Qu'est-ce qui facilite la transformation des aliments ? Le maître complète en expliquant l'effet des glandes et sucs dans le processus de la digestion.	Les dents, la salive.
	Après la bouche, où vont les aliments ?	Dans l'estomac.
	Ils vont rester dans l'estomac ?	Ils vont être transformés en bouillie par l'appareil digestif.
	Qu'est-ce qui va se passer ?	Les bons aliments sont transformés en nutriments et vont passer dans le sang.
	Comment ? Le maître explique qu'ils passent par les parois.	Silence
	Et le reste des aliments ?	<p>Le reste des aliments n'est pas digéré.</p> <p>C'est les déchets, ils sortent par l'anus.</p>
	Le reste des aliments qui ne peuvent pas être digérés deviennent des excréments et seront évacués par l'anus sous forme de selles.	

À partir de données collectées lors des observations non participantes de leçons, ces cinq tableaux répertorient les questions posées par les maîtres et les réponses apportées par les élèves ainsi que les hypothèses qu'ils ont formulées sur l'appareil digestif et la digestion dans le souci de faire émerger et d'identifier les conceptions initiales de ces derniers sur les notions étudiées en classe. On retient que les maîtres ont tenté de poser des questions qui ont porté à la fois sur l'anatomie et la physiologie de l'appareil digestif. Les questions qu'ils ont posées ont permis d'identifier les différents organes de l'appareil digestif humain, de les décrire, mais aussi d'identifier leur rôle dans le processus de la digestion. Quant aux réponses des élèves, elles ont été parfois vagues, scientifiquement imprécises et révélatrices de l'origine de leurs conceptions initiales sur l'appareil digestif et la digestion humaine.

Enfin, on remarque aussi une certaine uniformisation des conceptions sur la digestion, surtout dans les leçons de la classe A, C et D où les maîtres ont utilisé des amores similaires consistant à donner à manger aux élèves une pomme, du pain et des biscuits. Dans les classes B et E, les leçons ont été magistrales, les maîtres ont travaillé davantage que les élèves ; ces derniers étant en posture plutôt passive.

4.1.5 La démarche de leçon

Du point de vue de la démarche, les cinq maîtres ont tous mis en œuvre celle indicative et recommandée en Initiation Scientifique et Technologique (IST) par le MÉN (2008) et indiquée dans le Guide pédagogique de la troisième étape. Bien que les maîtres ne soient pas tous en service dans la même école, ils relèvent de la même circonscription scolaire et partagent la même Cellule d'Animation Pédagogique (CAPE). Dans ce contexte, ils participent aux mêmes activités de formation continuée et mettent en œuvre des progressions harmonisées des enseignements. La démarche mise en œuvre est inspirée des méthodes actives. Elle s'inscrit dans les modèles d'apprentissage constructiviste et socioconstructiviste appliqués par les enseignants qui ont fait travailler les élèves d'abord individuellement, puis en groupe.

Elle comporte les trois grandes phases explicitées précédemment (section 4.1.4) **Phase 1.** La première phase d'observation (libre), d'étonnement et de questionnement a permis aux différents enseignants de mettre les élèves en contact avec le schéma anatomique et physiologique de l'appareil digestif humain et de recueillir, par l'observation et le questionnement, les conceptions initiales qu'ils en ont. **Phase 2.** La seconde phase d'organisation et de systématisation a été un moment de réalisation d'activités individuelles et

de groupe au cours desquelles ils ont découvert les différents organes composant l'appareil digestif, ainsi que leur rôle et importance dans le mécanisme de la digestion. **Phase 3.** Enfin, la troisième phase de synthèse est verbale. Elle a comporté des exercices de consolidation portant sur des croquis de l'appareil digestif à annoter puis la récapitulation où un résumé est conçu avec les élèves.

4.2 L'analyse et l'interprétation des résultats

Dans cette section, il s'agira, pour nous, d'analyser la conformité de l'objet de la leçon du jour avec le programme de sciences de la classe de CM2, la congruence des démarches des leçons observées avec les prescriptions officielles, les moyens pédagogiques utilisés et leur pertinence dans la compréhension de la leçon, l'importance des modalités de travail dans la compréhension de la notion de l'appareil digestif et de la fonction de digestion chez l'humain, la prise en compte des conceptions initiales des élèves par le maître, les types de conceptions initiales des élèves au regard des sciences et leurs influences potentielles sur l'apprentissage de ces disciplines.

4.2.1 La conformité de l'objet de la leçon du jour avec le programme de sciences de la classe de CM2

L'objet de la leçon que nous avons observée a porté sur le thème de l'appareil digestif et de la digestion. Ce contenu d'enseignement figure dans le programme scolaire de la classe de CM2 en vigueur, celui du Curriculum de l'Éducation de Base (CÉB) qui est, depuis 2008, la nouvelle modalité de planification des apprentissages généralisée dans tous les ordres du système éducatif au Sénégal. En effet, il s'agit, dans ce contexte de renouveau pédagogique, de la mise en œuvre de l'Approche par les Compétences (APC) avec comme base méthodologique, la pédagogie de l'intégration.

Dans le guide pédagogique qui comporte le programme scolaire, comme dans le Livret de compétences de la troisième étape, l'objet d'étude est porté par la compétence de palier 4 intitulée : « intégrer des principes, démarches et techniques dans des situations d'explication scientifique de l'adaptation des êtres vivants au milieu ». Le sens de cette compétence de palier est d'amener l'élève de la sixième année de l'élémentaire à réaliser des objets technologiques simples et à fournir des tentatives d'explications de phénomènes scientifiques qui se déroulent dans son milieu de vie.

Les images et les croquis réalisés par le maître ainsi que les fiches d’activités présentées aux élèves dans le cadre de cette leçon que nous avons suivie, illustrent le système gastro-intestinal humain. Ils portent sur le deuxième objectif d’apprentissage du programme de sciences de la classe de CM2 visant à amener l’élève à découvrir, décrire et expliquer des structures et des fonctions biologiques de l’organisme humain parmi lesquelles figurent nos concepts opérationnels dans cette recherche, en particulier l’identification des organes de l’appareil digestif et leurs principes de fonctionnement et la digestion. À l’école primaire sénégalaise, l’enseignement du thème de l’appareil digestif et de la digestion est un enseignement avec des formulations scientifiques simples qui met l’accent sur l’observation des manifestations et les principes de base. Par ailleurs, le thème abordé dans les cinq leçons que nous avons observées est traité dans les différents documents utilisés par les maîtres dans le chapitre intitulé *Biologie humaine*, où sont étudiés les grandes fonctions de l’organisme, la croissance, les éléments du corps, les maladies et l’hygiène.

4.2.2 La congruence de la démarche de la leçon au regard des prescriptions officielles

Considérant l’implication des élèves dans les divers moments des leçons observées et les travaux qu’ils ont réalisés individuellement et en groupe, on peut avancer que la démarche utilisée dans les classes A, B, C, D et E lors des séances pédagogiques est active. Cependant, on constate que c’est dans les classes A, C et E que les maîtres ont tenté de faire des *leçons de choses* en amorçant la leçon en donnant des aliments à manger aux élèves.

Au Sénégal, les documents officiels recommandent, dans le cadre de l’enseignement des sciences, de mettre en œuvre des démarches de leçon active, voire des *leçons de choses*. Des auteurs ont montré l’importance des *leçons de choses* dans l’enseignement des sciences qui repose sur du concret. Selon Kahn et Léna (2005), la « leçon de choses » s’est formée pour s’opposer à la « leçon de mots ». La « leçon de choses » porte sur des réalités naturelles utiles à l’humain et propose un « enseignement par les yeux », « intuitif », concret rendant l’enfant actif, contrairement à un enseignement jugé trop abstrait et verbeux. Quant à Lebeaume (2008), il considère que l’association des mots et des choses est primordiale dès les premiers apprentissages scolaires en S&T. Dans la même lancée, Khan et Léna (2005) signalent aussi que l’enseignement des sciences à l’école primaire a été porté par l’engouement que les autorités responsables de l’instruction publique ont eu pour la leçon de choses en soutenant que

La leçon de choses est l'expression même d'un enseignement « intuitif », qui passe alors pour être la forme la plus adaptée à la marche naturelle de l'esprit de l'enfant : des faits aux idées, du concret à l'abstrait, des « choses » aux « mots ». Il faut que l'enfant commence par voir, par observer ; et ce n'est que progressivement qu'on peut le conduire aux idées générales. (p. 7)

Une telle option considère en effet l'observation et l'expérimentation comme étant deux activités fondamentales qui permettent aux élèves de découvrir la connaissance scientifique. C'est dans ce sens que les IO sénégalaises parlant de la méthode d'enseignement des sciences disent que :

La méthode sera, à tous les cours, une méthode fondée sur l'observation et l'expérimentation... L'élève prend la part la plus active dans l'enseignement : il touche, regarde, sent, goûte..., puis décrit, réfléchit, conclut... Le maître sollicite l'observation ; l'oriente, la redresse, la complète au besoin, puis aide à tirer des conclusions et à fixer des résultats (MÉN, 1978, p. 5)

Dans le même esprit, le MÉN (2008) considère dans le Guide pédagogique que l'activité personnelle de l'élève ou avec ses pairs est prépondérante dans le processus de construction de la connaissance. Dans le cadre des différentes leçons observées, les élèves ont été sollicités et ont travaillé individuellement d'abord et, par la suite, en groupe lors des deux premières phases de préparation et de réalisation de la leçon. Les élèves ont été impliqués et ont participé activement à la leçon qui a reposé sur l'observation, l'exploitation de schémas, de croquis, de fiches d'activités et l'expression de découvertes.

Du point de vue de la démarche, les cinq maîtres ont tous suivi la démarche indicative recommandée en Initiation Scientifique et Technologique (IST) par le MÉN (2008) dans le Guide pédagogique de la troisième étape. Cette démarche expérimentale comporte trois grandes phases. Pour la personne enseignante, la première phase consiste à mettre les élèves en contact avec le phénomène scientifique et à recueillir leurs représentations vis-à-vis de l'objet d'étude. La seconde phase d'organisation et de systématisation est un moment de réalisation d'activités expérimentales et de manipulation au cours duquel l'accent est mis sur des procédés simples de découverte du fonctionnement et de réalisation d'objets technologiques simples ou de phénomènes scientifiques qui se déroulent dans le milieu naturel de l'enfant. Dans cette phase, le maître doit veiller à la précision du langage scientifique et technologique utilisé. Enfin, la troisième phase de synthèse propose des exercices de consolidation permettant de renforcer l'appropriation, par les élèves, des notions clés, des procédés, des démarches et des techniques étudiés en classe. Le maître est invité à reprendre la trame de la leçon pour des soucis de

cohérence et à récapituler avec les élèves les principales idées ou faits saillants que ces derniers doivent retenir sous forme de croquis, schéma, résumé dans les cahiers de leçons ou encore, à partir de réalisations concrètes à conserver.

Cette démarche pédagogique proposée par le MÉN nous paraît pertinente, car le point de départ naturel de la connaissance en science est l'étonnement suivi de questionnements multiples et d'investigations. Cette démarche d'appropriation des savoirs par l'élève est en phase avec les modèles constructiviste et socioconstructiviste, car les enfants sont invités à travailler seuls et en groupe dans la découverte et l'exploitation de l'objet de la leçon. En effet, les activités d'observation, les manipulations et expérimentations renforcent la motivation, l'intérêt, en plus de susciter la curiosité des élèves. Elle permet aux enfants de découvrir la connaissance scientifique, sa rigueur, ses lois et les relations de cause à effet qui existent entre les phénomènes naturels par l'entremise d'activités expérimentales. Plutôt que de se suffire de la science dite et racontée par le maître, comme dans la méthode transmissive qui représente un type d'enseignement jugé trop abstrait, verbeux et laissant peu de place à l'interactivité positionnant les élèves en situation d'apprentissage passive, d'écoute et de ne chercher qu'à mémoriser l'information (Kahn et Léna, 2005).

En effet, la démarche d'investigation raisonnée est essentiellement centrée sur l'élève à qui elle permet dans son investigation, de parvenir à déceler des principes, des règles et des lois scientifiques. Il est un apprenti chercheur, un chercheur en herbe qui fait des inductions et des déductions. Le point de départ de la démarche d'investigation raisonnée est une situation initiale déclenchante qui doit interpeler l'élève et susciter chez lui un questionnement qui permettra d'énoncer un problème dont la résolution va conduire à une nouvelle connaissance. Il s'ensuit une étape de questionnement qui conduit l'élève à se poser un problème dont les éléments de réponse sont inconnus à priori et qui consiste en la mise en place d'une démarche d'investigation. Cette étape de questionnement permet aux élèves de formuler le problème scientifique à résoudre et de trouver une réponse les conduisant au nouveau savoir.

Après la formulation du problème à résoudre, les élèves s'engagent dans l'élaboration des hypothèses en les argumentant. À ce niveau, le maître devra accepter toutes les hypothèses même s'il sait qu'elles seront invalidées dans plusieurs cas. C'est à cette étape aussi que les instruments de la résolution sont élaborés par les élèves. Sitôt après, c'est le moment de la validation ou de l'invalidation des hypothèses formulées par les élèves. En effet, la validation des différentes hypothèses formulées par les élèves se fait par des expériences, par l'étude de

documents et par des recherches. Le socioconstructivisme est aussi mis en œuvre dans cette démarche d'investigation raisonnée, car au fur et à mesure de l'expérimentation, les élèves, dans les différents groupes de travail créés par le maître, échangent, confrontent leurs résultats et notent leurs observations dans leur cahier d'expérience. En fin d'expérimentation, le groupe classe examine les résultats des expériences. Lors de l'étape d'institutionnalisation, les élèves élaborent le savoir à retenir à partir des résultats de la validation des hypothèses qu'ils avaient auparavant formulées. La validation peut aussi se faire par recherche documentaire, par modélisation ou par entretien. Pour clore l'activité et permettre d'ancrer le savoir, le moment de la décontextualisation permet aux élèves d'identifier les différentes situations de la vie courante où ils peuvent réinvestir le savoir scientifique appris en classe.

4.2.3 Les moyens pédagogiques utilisés et leur pertinence dans la compréhension de la leçon

Les moyens pédagogiques utilisés par les cinq maîtres sont diversifiés. Il s'agit de fiches d'activités représentant le schéma anatomique et le schéma physiologique, de croquis et d'images représentant le système digestif de l'humain. Cependant, nous constatons que le matériel n'est pas suffisant pour permettre une observation correcte pour l'ensemble des élèves, c'est-à-dire sans obstacle. Or, les IO recommandent que dans l'enseignement des sciences, : « Il [le maître] devra prévoir et rassembler en temps utile avec la collaboration de la classe, le matériel nécessaire » (MÉN, 1978, p. 6).

Tout à fait valable, l'observation d'images illustrant, d'une part, l'anatomie et, d'autre part, la physiologie de l'appareil digestif humain et le questionnement ont permis aux maîtres de placer les élèves dans une situation individuelle de réflexion active puis collaborative, pour penser, émettre des idées, les confronter et tenter de comprendre les notions étudiées. Cependant, il faut noter que les images et activités présentées comportent des limites tantôt liées à la représentativité des organes ou à la clarté des consignes. À titre d'exemple, les croquis de l'appareil digestif faits à main levée par les maîtres engendrent des erreurs. On note que la représentation schématique de l'appareil digestif réalisée par les maîtres dans toutes les classes ne respecte pas les proportions réelles des organes ainsi que leurs couleurs, leurs formes et leurs positions dans le corps humain.

À cet effet, des chercheurs en didactique des sciences ont montré qu'en situation didactique, il existe des erreurs induites par le maître et qui sont susceptibles d'entraver l'accès à la

connaissance chez les élèves et révélé, ici, par les croquis des maîtres. Cela est susceptible de constituer des obstacles didactiques, c'est-à-dire des conceptions introduites par l'enseignement, s'additionnant aux obstacles épistémologiques correspondant à des conceptions forgées dans la vie quotidienne (Bachelard, 1938) et qui freinent ou empêchent l'appropriation de certains savoirs scientifiques (Clément, 2003). À ce propos, Simard *et al.* (2014) soutiennent que l'enseignant pourrait être le vecteur, à son insu, de conceptions pouvant teinter par la suite ses pratiques pédagogiques et reconduire ces mêmes obstacles chez l'apprenant. Cela veut dire que les schémas et croquis faits à main levée par les maîtres sont susceptibles d'engendrer des conceptions erronées chez l'élève, notamment en raison de l'échelle de la représentation, des proportions, de la position, de la forme ainsi que sur le réalisme des couleurs. Dans la même veine, Thouin (2020) reconnaît aussi l'existence d'erreurs liées aux obstacles didactiques causées par l'enseignant, tel que le recours à une analogie.

Ces erreurs peuvent aussi être liées à la compréhension des consignes, comme ce fut le cas dans la classe A au moment de la présentation de la fiche d'activité sur le schéma anatomique de l'appareil digestif. Dans cette classe, à la place de l'identification des organes de l'appareil digestif, l'enseignant A, a demandé aux élèves d'expliquer les différentes étapes de la digestion. Une telle consigne est susceptible d'induire en erreur les élèves, car elle n'est pas en cohérence avec le dessin qui permet plutôt à ceux-ci d'identifier les différentes parties de l'appareil digestif et non le processus de digestion. Il en est de même avec les amorces de leçons proposées par trois enseignants (A, C et D). Car, même si les élèves ont mangé la pomme, le pain ou les biscuits, ils ne les digèrent pas dans l'immédiat. Ce n'est que le début d'un processus de digestion qui est complexe, interne et où son opérationnalisation par les différents organes du système prend un certain temps. C'est donc un processus dans lequel chaque organe de l'appareil digestif a un rôle particulier à jouer. Manger un aliment ne permet pas à l'instant de comprendre et de donner les étapes de la digestion, qui peut être retardé si l'aliment n'est pas sain, car il provoque une intoxication.

4.2.4 Les moyens pédagogiques utilisés et leur pertinence dans l'émergence des conceptions initiales des élèves

Dans l'ensemble, les cinq maîtres ont tenté de faire émerger les conceptions initiales des élèves en ayant recours à deux moyens pédagogiques essentiels, que sont l'observation d'images et le questionnement. Cependant, ils n'ont pas tous exploité les images avec la même rigueur.

Dans les classes A et C, on note qu'il y a eu davantage d'observations et les maîtres ont aussi accordé plus de temps aux élèves pour ces moments. Dans la classe B, le temps de travail accordé aux élèves a été insuffisant. Conséquemment, lors des travaux de groupes, cela ne leur a pas permis de répondre adéquatement aux différentes questions posées par le maître. Bien que favorable aux apprentissages, l'abondance de schémas, de dessins et d'images d'observations ou de fiches d'activités ne sont pas les uniques éléments en termes de qualité d'une leçon de sciences, mais l'exploitation qu'en fera le maître auprès de ses élèves. Une leçon de sciences doit reposer sur des activités expérimentales ou d'investigation authentiques qui permettent aux élèves de découvrir les propriétés des choses étudiées. Les images, les croquis dessinés par les maîtres ainsi que les fiches d'activités présentées aux élèves, illustrent le système gastro-intestinal humain.

Les moyens pédagogiques utilisés ont, en effet, permis aux élèves dans les différentes classes, d'observer, de réfléchir et de formuler des hypothèses pour tenter de comprendre et d'expliquer, partant de leurs conceptions initiales, les notions à l'étude, c'est-à-dire le système digestif et le processus de digestion chez l'être humain. Ces moyens, notamment les dessins, ont été une occasion pour permettre aux élèves de représenter, à partir de leurs connaissances antérieures et conceptions initiales, l'appareil digestif et la digestion. Pour amorcer sa leçon, la question de l'enseignant A illustre l'importance du dessin dans le recueil des conceptions initiales des élèves à la fois sur les composantes de l'appareil digestif et les différentes étapes du processus de la digestion. Par exemple, à l'amorce de la leçon, l'enseignant A, a demandé à un élève de croquer une pomme, de l'avaler tandis que les autres élèves devaient observer et verbaliser ce qui se passera après et qu'ils n'ont pas vu.

Dans deux autres classes, les enseignants C et D ont utilisé le même procédé en distribuant du pain que les élèves ont mangé pour simuler le point de départ de la digestion. Malgré la complexité de l'exercice, les élèves ont travaillé d'abord individuellement, ensuite en groupe. Lors du travail en groupe, les élèves ont observé et confronté leurs connaissances pour compléter des schémas sur l'anatomie de l'appareil digestif et formulé des hypothèses pour tenter d'expliquer les étapes du processus de la digestion. Mais, il faut signaler que dans les classes B et E, les leçons ont reposé sur un exposé magistral, tandis que dans les classes A, C et D, les maîtres ont fait des leçons de choses et ont mis les élèves dans des situations d'interactions qui leur ont permis de confronter leurs conceptions initiales sur la digestion et les organes du système digestif humain.

4.2.5 L'importance du travail de groupe dans la compréhension des concepts abordés

Lors des apprentissages, Thouin (2020) signale l'importance de proposer des situations qui feront vivre aux élèves des conflits cognitifs et sociocognitifs indispensables pour favoriser l'inhibition, par exemple, de leurs conceptions initiales et le recours à des concepts plus scientifiques. Dans les différentes classes où nous avons procédé à des observations de leçons, plusieurs groupes de travail ont été créés par les enseignants dans les deux premières phases à savoir celles de préparation et de réalisation. Cela s'explique par le fait que la mise en œuvre du travail de groupe, comme modalité dans certains apprentissages, est une directive ministérielle au Sénégal encouragée et réaffirmée avec l'Approche Par les Compétences (APC) qui repose aussi sur le socioconstructivisme didactique (MÉN, 2008).

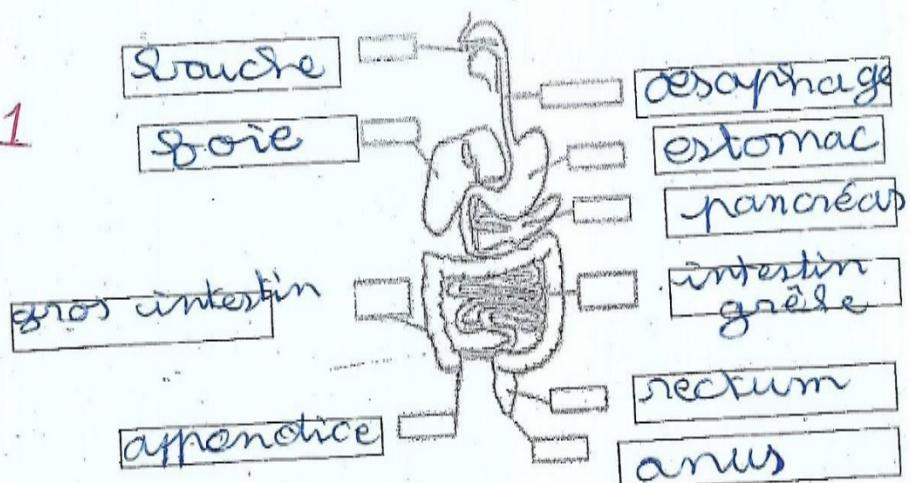
Cependant dans chaque classe, nous avons focalisé notre attention sur le sous-groupe d'élèves qui devaient, par la suite, participer aux entretiens semi-dirigés et aux groupes de discussion focalisée (GD) que nous avions planifiés. S'agissant des travaux de groupe initiés par les divers enseignants, les élèves pensent qu'ils ont été utiles pour échanger à propos de leurs connaissances, pour confronter leurs hypothèses sur les concepts étudiés et comprendre la leçon, en plus de les motiver. Un élève déclare à ce sujet : « On a fait un travail individuel, puis de groupe et après je suis allé au tableau pour corriger. Nous avons observé un élève qui mange une pomme et après la maîtresse nous a demandé d'écrire ce qui se passe et que nous ne voyons pas. Quand on faisait le travail de groupe, je me suis rappelé ce que je savais. J'ai bien compris la leçon parce que ma maîtresse a expliqué beaucoup. Les discussions dans le travail de groupe ont facilité la compréhension, mais il y a des élèves qui font des erreurs » (El_1_A).

L'utilisation, par exemple, de schémas de l'appareil digestif (figures 12 et 13) dans les travaux de groupes a aussi été une aide précieuse à la compréhension des leçons. Plusieurs élèves disent qu'ils ont mieux compris grâce « aux images » qu'ils devaient annoter en partant de leurs connaissances préalables sur les concepts à l'étude. Sur ce, un élève avance que « Les discussions ont facilité la compréhension. On a posé à chacun des questions, et on a annoté le schéma. Dans le groupe, chaque personne a donné son avis » (El_2_B). Dans la même perspective, un autre élève avance : « J'ai bien compris la notion étudiée, j'ai participé activement à la leçon en répondant aux questions posées par le maître. Le maître nous a dit de donner les organes de l'appareil digestif et d'expliquer le rôle de chaque organe. On l'a fait en groupe » (El_4_B). Dans les classes C, D et E, les élèves ont travaillé en groupe et

reconnaissent, à l'image de ceux qui sont dans les autres écoles A et B, l'importance de cette modalité d'apprentissage qui leur a permis de confronter leurs conceptions initiales vis-à-vis de l'appareil digestif et de la digestion. Dans la classe C, par exemple, l'élève (El_3_C) avance que « c'est en discutant avec mes camarades que j'ai compris qu'avant d'être digérés, les aliments que nous mangeons traversent plusieurs étapes. Nos échanges m'ont permis aussi de savoir que c'est dans l'estomac que les aliments sont mélangés ». Globalement, en ce qui concerne le rôle des organes de l'appareil digestif, parmi les réponses données par les élèves, on peut retenir en substance que :

- les aliments que nous mangeons entrent dans la bouche;
- les aliments passent par l'œsophage et vont dans l'estomac, dans le corps;
- les aliments se transforment en bouillie;
- le tube digestif transporte les aliments mangés dans le corps;
- les éléments nutritifs passent dans l'intestin grêle qui les transporte dans le sang et dans tout le corps;
- le fruit se transforme en bouillie, il passe dans l'intestin grêle, l'intestin le transporte dans le sang, les déchets sont expulsés par le gros intestin et l'anus.

G1



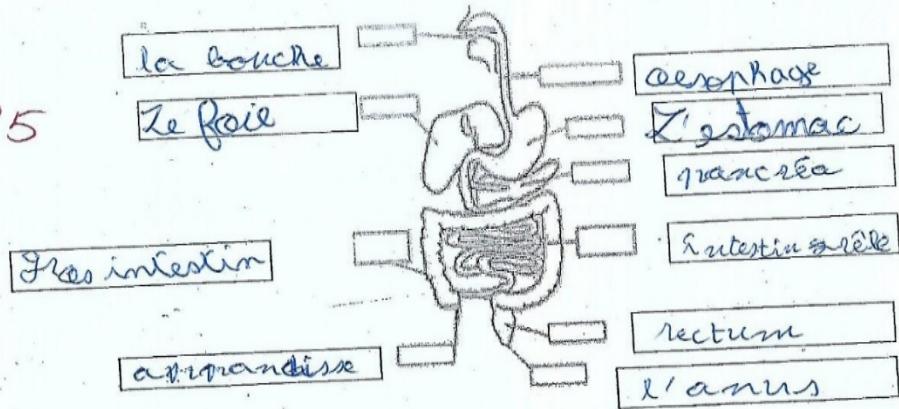
~~Y a croqué la pomme~~

- 1) Il a lavé ses mains et il a pomme
- 2) Il a croqué sa fruit et s'a mastiqué
- 3) La pomme glisse dans l'œsophage et va dans l'estomac

- 4) Le fruit se transforme en bouillie
- 5) Il passe dans l'intestin grêle
- 6) L'intestin le transporte dans le sang
- 7) Les déchets sont expulsés par le gros intestin et ~~au~~ l'anus

Figure 4.13 : La fiche d'activités représentant le schéma de l'appareil digestif annoté par le groupe 1 de la classe A

G5



la bouche : déchire, mord avec ses dents accompagné de salive
elle passe dans l'œsophage puis descend dans l'estomac
où il se transforme en bouillie par le suc gastrique et
l'intestin grêle ^{qui} transporte dans le sang et les aliments qui ne sont
pas digérés ~~sont~~ qui aboutit au gros intestin et l'anus

Figure 4.14 : La fiche d'activités représentant le schéma de l'appareil digestif annoté par le groupe 5 de la classe A

4.2.6 La prise en compte des conceptions initiales des élèves par le maître

C'est par le questionnement, la formulation d'hypothèses et l'entremise de fiches d'activités complétées par les élèves que les enseignants ont tenté de faire émerger leurs conceptions initiales vis-à-vis de l'appareil digestif et de la digestion.

Du point de vue de leur nature, les questions posées par les enseignants renvoient à l'origine et aux types des conceptions initiales des élèves sur l'appareil digestif et la digestion. À titre d'illustration, on peut citer les questions suivantes : Où est-ce que vous avez connu la digestion ? Qu'est-ce que vos parents vous ont appris sur la digestion ? À quoi ressemble l'appareil digestif ? À quoi ressemble le tube digestif ? À quoi ressemble l'estomac ? Quel est le circuit des aliments que nous mangeons dans le corps ? Ces questions sont revenues dans toutes les classes et ont fait ressortir l'origine culturelle et religieuse, mais aussi les

constructions mentales des élèves relatives à leurs conceptions initiales sur l'appareil digestif et la digestion.

De plus, les enseignants ont posé des questions afin d'estimer l'état ou la consistance de la connaissance scientifique que les élèves ont sur l'appareil digestif et son processus. Enfin, dans un processus de changement conceptuel et sous l'angle du conflit sociocognitif, le travail de groupe a permis aux élèves de confronter leurs connaissances antérieures.

4.2.7 Les hypothèses formulées par les élèves

Pour tenter d'expliquer l'appareil digestif et ses composantes ainsi que le processus de la digestion, les réponses formulées par les élèves ne sont pas scientifiquement valables. Dans les cinq classes participantes, le fait que les élèves comparent le tube digestif à un tuyau grand et long est une connaissance approximative de la pensée scientifique qui elle, se veut précise, rigoureuse et cohérente avec le concept de digestion. C'est cette même conception naïve que les élèves ont de l'estomac qu'ils considèrent comme un sac qui contient les aliments que nous mangeons. Or, dans le processus de la digestion, c'est dans l'estomac que les aliments sont malaxés sous l'action du suc gastrique. S'agissant de la digestion, ils sont parvenus à dire que c'est dans l'appareil digestif qu'ils qualifient de grande machine qu'elle se fait.

Toutefois, ils ne connaissent pas comment se fait le processus qu'ils décrivent simplement comme une transformation des aliments en bouillie après lequel, une partie des aliments est transformée en nutriments et va dans le sang, tandis que l'autre partie « non digérée » se transforme en déchets. À ce niveau, il faut aussi noter une erreur dans leur réponse, car il n'y a pas une partie des aliments non digérée dans le processus de la digestion. Il faut aussi signaler que la digestion rapide ne dépend pas du fait que celui qui mange a trop faim comme l'avance un élève (El_3_A). Dans le processus, tous les aliments sont digérés et la digestion transforme certains aliments en nutriments de l'organisme et d'autres en déchets. De même, s'agissant de la question sur les différents sucs qui interviennent dans la digestion, les élèves sont dans l'ignorance. C'est la personne enseignante qui est intervenue pour expliquer leur rôle dans le processus de la digestion.

4.2.8 Les types de conceptions initiales des élèves au regard de l'appareil digestif et de la digestion

Lors des leçons observées et des différents types d'entretiens, le recueil et l'analyse des hypothèses formulées et des réponses apportées aux différentes questions posées par les enseignants nous ont permis de déterminer des catégories émergentes de conceptions initiales des élèves sur les notions scientifiques étudiées ainsi que leurs origines. Ce faisant, trois types de conceptions initiales ont émergé : **idiosyncrasiques, culturelles et religieuses**. Ce classement est nourri du fait que l'humain est un être social qui vit dans un milieu où la culture, l'éducation, la religion et son expérience quotidienne ou bien encore son intuition personnelle lui fournissent un système de connaissances, tel un réseau conceptuel, lui permettant d'élaborer une certaine compréhension et de s'expliquer des phénomènes naturels qui se déroulent dans son environnement.

4.2.8.1 Des conceptions initiales naïves idiosyncrasiques sur l'appareil digestif

Lors des leçons, des interactions dans les groupes de travail ainsi que lors des entretiens, les élèves ont formulé des réponses aux questions des maîtres. De l'analyse des hypothèses qu'ils ont formulées au regard de l'appareil digestif et des organes qui le composent ainsi que du processus de la digestion, les élèves ont des images mentales relevant de leurs constructions personnelles comme l'illustre le tableau ci-dessous.

Tableau 4.12 : Le portrait des conceptions initiales idiosyncrasiques l'appareil digestif et la digestion

Notions	Au cours de la leçon	À la fin de la leçon
Le tube digestif	Tuyau long qui conduit dans le corps les aliments	C'est l'organe qui conduit les aliments mangés dans l'estomac
L'estomac	Sac qui contient les aliments que nous mangeons	C'est dans l'estomac que les aliments sont mélangés sous l'effet du suc gastrique
L'appareil digestif	Grande machine qui transforme les aliments que nous mangeons en bouillie	Un ensemble d'organes qui jouent chacun un rôle précis dans le processus de la digestion
La digestion	La digestion, c'est un système d'entrée et de sortie des aliments depuis la bouche, jusqu'à l'anus	La digestion comprend plusieurs étapes : la mastication et le broyage des aliments au niveau de la bouche par les dents et la salive, le mélange des aliments avec les différents sucs, le passage de certains aliments dans le sang, le reste des aliments forme les déchets
	Seuls les aliments digérés deviennent des nutriments et vont dans le sang	Les aliments transformés en nutriments et les déchets sont tous digérés
	Les déchets constituent la partie des aliments qui ne sont pas digérés	
	La rapidité de la digestion dépend de la véritable faim	La digestion est un long processus qui dure environ 24 heures
	Plus la personne a faim, mieux elle digère	

Ce tableau présente les conceptions idiosyncrasiques que les élèves ont de la digestion et de l'appareil digestif. À titre d'exemples, on peut évoquer les conceptions données par certains élèves concernant la forme et le rôle de quelques organes de l'appareil digestif ou encore ce qui peut provoquer ou retarder la digestion. Dans leur grande majorité, certains élèves comparent le tube digestif à un long tuyau, d'autres à un assemblage continu de tuyaux. D'autres élèves réduisent l'estomac à un sac qui garde les aliments que nous mangeons. Or, le passage au niveau de cet organe n'est qu'une étape dans le processus de la digestion.

4.2.8.1.1 L'appareil digestif : un assemblage de tuyaux longs

En ce qui concerne l'appareil digestif, toutes classes confondues, la plupart des élèves l'assimilent à un assemblage de tuyaux longs où passent les aliments ingérés. Au regard de l'appareil digestif, les élèves ont une conception naïve de tuyauterie continue partant de la bouche à l'anus et qui sert à transporter, à travers le corps, les aliments qu'ils consomment. L'idée partagée également par une majorité des élèves, c'est que ceux-ci conceptualisent l'appareil digestif comme étant une grande machine qui transforme les aliments que nous mangeons, voire un système d'entrée et de sortie des aliments. Un élève (El_3_D) avance que « le tube digestif est le tuyau qui transporte les aliments et qui va de la bouche à l'anus ». Lorsque le maître lui a demandé de venir au tableau lui montrer l'appareil digestif, l'élève a indiqué un chemin partant de la bouche à l'anus en passant par les intestins ; il conclut « que tout ça forme un seul tuyau où passera le biscuit ». Or, une fois que le processus de transformation est entamé, depuis la bouche où ils sont broyés, le biscuit ainsi que tous les autres aliments, ne restent pas comme avant. Un élève de la classe E a comparé les intestins du mouton que l'on sacrifie à l'occasion de fêtes comme la tabaski au tube digestif, ce qui n'est pas une connaissance exacte, car il ne le distingue pas des types d'intestins et ne distingue pas aussi les intestins qui ont des rôles spécifiques.

Lors des entretiens semi-dirigés et des focus groupes, la conception que l'appareil digestif est une machine qui traite les aliments que nous mangeons est aussi ressortie à chaque fois chez les élèves.

4.2.8.1.2 L'estomac comme un sac qui contient les aliments

Dans toutes les classes, les élèves ont perçu l'estomac comme un sac qui contient les aliments mangés, une fois qu'ils traversent l'œsophage. Cela est ressorti dans plusieurs réponses d'élèves quand les maîtres ont demandé le rôle des organes composant l'appareil digestif. Dans la classe A, un élève (El_5_A) avance que « les aliments que nous mangeons vont dans l'estomac ». Un autre élève dans la classe D (El_3_D) soutient aussi que les aliments sont gardés dans l'estomac. Les réponses données dans les classes C, D, E sont les mêmes sur le rôle de l'estomac. Or, l'estomac remplit d'autres fonctions essentielles dans la digestion plus que le simple fait d'être un sac de stockage d'aliments. En effet, l'estomac produit des sucs qui permettent la décomposition des aliments entamée depuis leur broyage et mastication dans la bouche en favorisant la digestion.

4.2.8.1.3 La digestion dépend de la véritable faim

La durée du processus de la digestion est également source d'obstacle à la compréhension du processus de digestion. Par exemple, dans son raisonnement sur la digestion, un élève (El_3_A) soutient que la rapidité de la digestion dépend de la véritable faim de celui qui mange. Pour celui-ci, plus une personne a faim, plus elle digère vite. Or, la digestion rapide dépend du type d'aliments mangés, du fonctionnement des organes de l'appareil digestif et de l'activité physique de la personne. On peut qualifier cette conception initiale d'idiosyncrasique, car elle relève de l'imaginaire des enfants qui peuvent user d'ingéniosité afin de proposer une réponse, à défaut de ne pas être en mesure d'expliquer leur provenance. Par ailleurs, cette conception est assimilable et est en cohérence avec ce que certains élèves pensent, à savoir qu'une personne paresseuse ne digère pas bien et est évoquée, à titre d'exemple, par un élève (El_5_A) : « Pour bien digérer, il faut travailler ». Une telle réponse témoigne d'une valeur essentielle dans la société sénégalaise qui accorde une importance capitale au travail.

4.2.8.2 Des conceptions initiales culturelles sur l'alimentation

Au-delà des images mentales caractérisées par les conceptions que les élèves partagent sur l'appareil digestif ainsi que sur le rôle des organes qui le composent, en l'occurrence le tube digestif, l'estomac et les divers intestins, il est apparu dans l'exploitation des données que nous avons recueillies, l'existence de conceptions initiales culturelles sur l'alimentation et la digestion, comme en atteste le tableau ci-dessous.

Tableau 4.13 : Le portrait des conceptions initiales culturelles sur l'alimentation et la digestion

Notions	Au cours de la leçon	À la fin de la leçon
L'alimentation	Les meilleurs aliments que nous mangeons se trouvent dans notre milieu	Les aliments doivent être sains, riches, variés et peuvent provenir aussi d'autres localités
	Dans notre village, on prépare les mêmes types de repas dans chaque maison	
La digestion	Une personne paresseuse ne digère pas bien	La digestion ne dépend pas exclusivement de l'activité

En effet, des discussions entretenues par les élèves dans le cadre des leçons, lors des entretiens et des GD, ont montré que sur le plan culturel, leur régime alimentaire constitue un patrimoine symbolique très varié qui les distingue les uns des autres. La nourriture et les habitudes alimentaires des élèves renferment un lot de croyances épistémiques qui sont forgées et partagées dans leur groupe socio-culturel d'appartenance, également observées par Laliberté

(2013). Ainsi, leurs pratiques alimentaires font partie de l'héritage culturel et relèvent de l'éducation qu'ils ont reçue. Conséquemment, les régimes alimentaires recouvrent des dimensions affectives, symboliques ainsi que divers types de croyances épistémiques et des adaptations. Plus de la moitié des participants soutiennent que l'appareil digestif est un système qui favorise la digestion, voire une grande machine qui transforme les aliments que nous mangeons.

En ce qui concerne l'alimentation, l'analyse de nos résultats révèle qu'il existe, selon l'éducation que les élèves ont reçue, des aliments et des attitudes humaines qui peuvent faciliter ou retarder le processus de la digestion, mais aussi des préférences alimentaires. Du point de vue des attitudes qui favorisent la bonne digestion, les élèves recommandent d'éviter la sédentarité, conseillent la pratique du sport, mais aussi de manger des aliments sains. Rappelons-le, certains élèves pensent qu'une personne paresseuse ne digère pas bien, car pour bien digérer, disent-ils, « il faut travailler », ce qui présente des limites. Car, même si l'activité physique y est déterminante, elle n'est pas la seule dimension qui influence le processus de la digestion.

En plus, on remarque la part de restrictions dans les régimes alimentaires des élèves entre ce qui est comestible et ce qui est interdit pour plusieurs raisons, comme la disponibilité et l'abondance dans leur milieu naturel donné. Cela revient à dire que l'alimentation est un facteur clé de l'identité culturelle des élèves qui distinguent des aliments à manger et des aliments proscrits. C'est dans ce cadre que Cardon, Depecker et Plessz (2019) avancent que l'alimentation est un fait social au même titre qu'un fait biologique. Par-là, ils expliquent que les pratiques alimentaires font partie intégrante de la culture d'un groupe social donné. Allant dans le même sens que Cardon *et al.* (2019), Ott (2020) souligne la dimension culturelle de l'alimentation. En effet, pour Ott (2020), même si manger est une fonction naturelle et une nécessité pour les diverses étapes du maintien de la vie humaine, et ce, depuis sa conception jusqu'à la fin de ses jours. Ce que nous mangeons renvoie, dès la plus petite enfance, à la culture. En cela, notre identité alimentaire est aussi une identité culturelle influencée par les discours sociaux et par les fantasmes collectifs qui portent et véhiculent des mythes alimentaires qui sont transmis de génération en génération par l'entremise de la culture culinaire.

4.2.8.3 Des conceptions initiales religieuses

Les résultats que nous avons obtenus révèlent que certaines des conceptions initiales identifiées auprès des participants sont d'ordre religieux, comme l'illustre le tableau ci-dessous.

Tableau 4.14 : Le portrait des conceptions initiales religieuses sur l'alimentation et la digestion

Notions	En cours de la leçon	À la fin de la leçon
L'alimentation	<p>Les aliments que nous mangeons sont des bénédictions que Dieu a fait descendre sur Terre pour permettre à l'humain de vivre.</p> <p>Certains aliments et animaux sont comestibles.</p> <p>D'autres aliments et animaux sont proscrits.</p> <p>On ne doit pas manger de la viande des animaux qui ne sont pas égorgés selon la religion</p>	Il faut manger selon les recommandations de l'islam
Digestion	Pour bien digérer, il ne faut pas beaucoup manger.	

Dans les classes, les enfants sont de confessions religieuses différentes, mais les deux tiers d'entre eux sont musulmans. En raison de leurs convictions religieuses, les élèves déclarent observer des restrictions dans leurs régimes alimentaires ainsi que des attitudes qui favorisent la bonne digestion. On distingue ainsi des aliments à manger et des aliments proscrits. Cela révèle que l'alimentation, même si elle est vitale, constitue un facteur clé de l'identité religieuse des élèves.

En ce qui concerne l'alimentation, la grande majorité des élèves, soit 17 élèves sur les 25 au total considèrent que les aliments que nous mangeons sont des bénédictions que Dieu a fait descendre sur Terre pour permettre à l'humain de vivre. Cependant, lors des groupes de discussion, une grande majorité dit que Dieu a recommandé à l'humain de consommer certains aliments qui sont bons pour sa santé et, par la même occasion, lui en a interdit d'autres : « Le miel et les dattes sont bons pour l'Homme...Le miel est bon pour la santé, parce qu'il permet de guérir toutes les maladies, selon la religion musulmane » avance (El_1_A). Dans le même registre, l'élève (El_3_C) déclare que « Dieu a aussi prescrit comment manger pour faciliter la

digestion, c'est-à-dire qu'il faut manger raisonnablement les aliments licites ». Ces conceptions initiales religieuses sur l'alimentation sont très ancrées dans l'esprit des enfants, car, selon eux, le quoi et le comment manger sont une prescription divine.

Au regard du processus de digestion, des explications relatives à des pratiques religieuses sont avancées par des élèves. En effet, dans les groupes de discussion et à la suite d'une question du maître D « Que faut-il faire pour faciliter la digestion après avoir mangé ? », des élèves ont mentionné que pour faciliter la digestion, « la religion musulmane recommande de ne pas beaucoup manger. » L'explication sous-jacente est que le ventre reçoit à la fois les aliments, la boisson et la respiration. « Il faut ainsi faire la sieste après le repas de midi et faire une promenade après le dîner » avance un élève (El_2_C) dans la même classe C. Dans les classes D et E, les élèves ont révélé des interdictions alimentaires. À titre d'exemple, un élève (El_4_D) avance « qu'un musulman n'a pas le droit de tout manger. On ne doit pas manger la viande de porc ni boire de l'alcool ».

4.2.9 Les caractéristiques des différentes conceptions initiales émergentes

Une analyse plus pointue nous a permis de voir que, considérant l'appartenance culturelle et religieuse, mais aussi leur idiosyncrasie, les caractéristiques des conceptions initiales de nos participants au regard de certains organes de l'appareil digestif, du processus de la digestion et de l'alimentation sont soit finalistes, déterministes ou fixistes.

4.2.9.1 Des conceptions initiales sur l'appareil digestif et l'alimentation

En effet, en essayant de les expliquer de façon naïve par leur fonction, des participants à notre recherche ont des conceptions initiales qui s'apparentent à une conception finaliste sur le rôle de certains organes du système digestif et sur l'utilité de l'alimentation, conception du vivant retrouvée chez Galien (Pichot, 1993). Pour Galien, le corps a été conçu et fabriqué par la providence divine de sorte que chacun des organes exerce du mieux possible la fonction qui lui est dévolue. La finalité galénique est de type « organe/fonction », c'est-à-dire instrumentale et utilitaire. *Instrumentale*, parce que le corps est « découpé » en parties relativement indépendantes qui sont chacune un instrument (un organe-outil). *Utilitaire*, parce que chacun de ces instruments a une utilité définie qui justifie à la fois son existence et sa structure. On remarque ainsi, l'émergence de conceptions finalistes au regard de certains organes du système gastro-intestinal humain qui est apparenté à une grande machine qui traite les aliments que nous mangeons ou à un système d'entrée et de sortie des aliments. Il en est de même avec le tube

digestif qui est assimilé par les participants à un long tuyau et l'estomac à un sac. De telles conceptions sont certes naïves, mais elles se rapprochent de la fonction que remplissent ces organes. Le fait aussi de considérer que les aliments sont une bénédiction divine destinée à nourrir les humains s'inscrit dans ce sens.

4.2.9.2 Des conceptions initiales culturelles déterministes sur l'alimentation

Certaines conceptions initiales que nos participants ont sur l'alimentation et la digestion pourraient aussi être caractérisées de conceptions culturelles déterministes. Énoncé par Descartes, le déterminisme s'exprime sous forme de causalité : chaque effet de la réalité est produit par quelque cause initiale qu'il est possible de déterminer en remontant la chaîne des causes (Le Moigne, 1995). Dans leur grande majorité, les participants à notre recherche partagent le même contexte socioculturel qui leur transmet ses valeurs, codes de conduites et ses régimes alimentaires. Dans la majorité des réponses, beaucoup de participants partagent les mêmes spécificités alimentaires qui sont des marques identitaires de leurs localités d'origine. Les énoncés ci-après formulés par des participants illustrent le caractère déterministe, de cause à effet, de certaines conceptions initiales sur l'alimentation et largement partagées par les participants à notre recherche : « Les meilleurs aliments que nous mangeons se trouvent dans notre milieu », « Dans notre village, on prépare les mêmes types de repas dans chaque maison ». Le fait que les aliments sont surtout de provenance locale et moins variés, pour des raisons logistiques et culturelles, cela donne l'impression que cette nourriture doit être celle que l'on doit consommer parce qu'elle est la meilleure.

4.2.9.3 Des conceptions initiales religieuses fixistes sur l'alimentation

La religion encadre la vie des gens qui se soumettent à un ensemble de prescriptions, de proscriptions et de restrictions en ce qui concerne l'alimentation. En effet, certains de nos participants du fait de leur religion, ont un régime alimentaire encadré par des interdits et des autorisations et qu'ils disent qu'ils observent scrupuleusement. Certains points de vue tels que : « On ne doit pas manger de la viande des animaux qui ne sont pas égorgés selon la religion », ou encore « Certains aliments et animaux sont comestibles » et « D'autres aliments et animaux sont proscrits. » mettent en relief le fixisme de leurs conceptions initiales sur l'alimentation qui sont d'ordre religieux, correspondant à une vision d'une nature, de leur vie, qui est immuable, tel un dogme, un objet de foi qui n'entretient pas de lien avec la science. Il faut aussi signaler que même après la leçon, certaines conceptions initiales sur l'alimentation n'ont pas évolué comme le confirment ces propos : « Il faut manger selon les recommandations de l'islam ».

4.2.10 L'origine familiale des conceptions initiales

D'après les réponses que les participants ont fournies, la notion de digestion est familière aux élèves. Les résultats montrent que les conceptions initiales des élèves interrogées ont aussi une origine familiale. C'est dans leurs familles respectives que les élèves ont entendu parler du phénomène de la digestion ou l'ont connu. En effet, près de la moitié des élèves déclarent connaître la digestion dans leur propre famille où leurs parents donnent souvent des conseils sur l'hygiène alimentaire et le rôle de la digestion dans le maintien d'une bonne santé.

Pour une forte majorité des élèves interrogés, vingt sur les vingt-cinq, la compréhension du concept et du mécanisme de la digestion se réduit à la manière de manger, de l'hygiène alimentaire et à l'utilité de la digestion qu'ils ont reçue dans le cadre de l'éducation familiale. Par exemple, El_1_A avance à ce propos : « J'ai connu la digestion à la maison quand on mange. L'appareil digestif nous aide à savoir comment les aliments font pour passer quand ils sont dans l'estomac ». Dans la même classe, un autre élève (El_3_A) poursuit : « Je connaissais la digestion avant de venir à l'école. À la maison, on dit que la digestion, c'est manger lentement, savoir comment manger. J'ai vu les personnes qui mangent. Mais je ne comprenais pas quel trajet prennent les aliments pour passer dans notre corps. Notre maîtresse nous a expliqué l'appareil digestif et ce qu'est la digestion. Avec les dessins, j'ai compris ». Cet avis est partagé par d'autres élèves d'une autre école (école B) où lors des GD, un participant (El_1_B) avance : « Dans la famille, on parle de la digestion. Ma mère dit qu'il faut manger doucement, bien mastiquer les aliments, manger à des heures régulières. La digestion permet d'avoir des forces, de grandir. Grâce à ce que je savais, j'ai compris les organes de la digestion et l'appareil digestif, les éléments nutritifs ». Dans le cadre du même GD, un élève (El_3_B) mentionne : « Je connaissais la digestion avant de venir à l'école à la maison. C'est comment on mange. Pour avoir une bonne digestion, il faut bien mastiquer les aliments pour ne pas avoir des maux de ventre, des ballonnements ». Dans ce même établissement scolaire, quatre sur les cinq élèves interrogés partagent aussi ce point de vue. Une élève (El_5_B) soutient « Je connaissais l'appareil digestif depuis la maison. Mon grand-frère m'a montré quelque chose, une image comme le schéma qu'on a vu. Quand on a affiché la feuille sur notre cahier, je me suis rappelé l'image ». Dans le même sens, un élève (El_2_C) de l'école C soutient avoir connu la digestion et l'appareil digestif lors des cours donnés à la télévision, dans le contexte du Covid-19 : « À la télévision, on a montré l'appareil digestif et expliqué la digestion, c'est là-bas que j'ai vu ça pour la première fois ».

Nos résultats montrent aussi que des enfants, dont les parents sont instruits dans ce domaine de connaissances, comprennent mieux les notions étudiées, car ils bénéficient d'accompagnement scolaire et de conseils pratiques. Les propos avancés par un élève (El_3_C) illustre, à bien des égards, ce constat : « Nous, on a un médecin à la maison. Il m'a expliqué comment les aliments entrent et comment nos dents et la salive font avant qu'ils entrent. Il nous dit des détails sur notre corps et sur l'organisme, [...] il nous donne des recommandations pour qu'on mange sain. Il nous a interdit de manger des aliments qui ne sont pas sains, [...] il nous dit de manger à la fois des légumes, des fruits. Et chaque jour, quand il rentre, il nous ramène un petit squelette et il nous dit d'observer, il nous donne des leçons sur ça et on apprécie. Mon père est chimiste, il m'a expliqué l'appareil digestif, mais il ne m'a pas expliqué la digestion ».

4.2.11 Des connaissances scientifiques approximatives et inconsistantes

Les conceptions initiales des élèves n'ont pas été suffisantes pour comprendre le système digestif et son fonctionnement, bien qu'elles aient été très utiles pour la compréhension de la leçon. Au départ, le vocabulaire utilisé par les élèves n'est pas scientifique. Une majorité des élèves indique que le tube digestif est un grand tuyau qui transporte les aliments dans le corps et, de l'estomac, qu'il est un sac.

L'analyse des données obtenues montre que la plupart des élèves participants ont une connaissance scientifique approximative de l'appareil digestif et de son processus. Dans leur majorité, ils ont déjà entendu parler de l'appareil digestif et la digestion chez l'humain. Certains d'entre eux parviennent à citer en vrac l'ensemble des organes du système digestif ainsi que quelques étapes de la digestion. Un élève déclare (El_1_B) que « la digestion c'est la transformation des aliments dans l'appareil digestif ». Cependant, ils ne connaissent pas le rôle spécifique de certains organes du système gastro-intestinal dans le processus de la digestion qu'ils assimilent à la transformation des aliments dans l'appareil digestif sans en comprendre le mécanisme. Allant dans le même sens et à propos de la digestion, un autre élève (El_2_B) affirme : « Je savais que ça commence par la bouche et se termine par l'anus, mais je ne savais pas ce qui se passe à l'intérieur du corps ». Un autre élève (El_4_B) avance aussi « qu'avant la leçon, je connaissais les différents organes de l'appareil digestif. Je connaissais aussi la notion de digestion, ça signifie quand tu manges, les aliments traversent le corps et vont vers l'estomac. Après ça glisse dans le ventre. À la maison, je prends des livres et j'apprends ». Toutefois, il poursuit : « ce que je savais avant la leçon n'est pas suffisant, mais ça m'a aidé à mieux

comprendre la digestion. J'ai mieux compris, car notre maîtresse a bien expliqué la leçon et a donné des exemples et des exercices sur la digestion ».

Les résultats montrent aussi que les élèves connaissent plus le processus de la digestion que l'appareil digestif en tant que tel, ses organes et la fonction qu'il assure. Cela peut s'expliquer par le fait qu'ils mangent et digèrent quotidiennement, ce qui est une connaissance limitative de la digestion. Un élève avance (El_3_B) « Non, je ne connaissais pas l'appareil digestif avant de venir à l'école. Je savais que les aliments passent dans la bouche, mais pas dans l'intestin grêle et le gros intestin. Je savais que les gens mangent, mais je ne savais pas comment ça va se passer à l'intérieur du ventre. Quand je mange ou je regarde les gens manger, je me demande où vont les aliments ».

4.2.12 Une amélioration de la compréhension conceptuelle et de l'importance des notions étudiées à la fin de la leçon

Les activités d'investigation réalisées par les élèves, à savoir les exercices proposés par le maître A et les explications qu'il a apportées, ont permis d'améliorer la compréhension du concept de système digestif et de son mécanisme, mais aussi de son importance. Ces différentes activités d'investigation (voir les schémas ci-dessus) ont porté sur une mise en situation d'un élève croquant une pomme. La maîtresse a demandé aux autres élèves observateurs de décrire tout ce qui s'est passé et qu'ils n'ont pas vu. Il y a aussi un schéma à annoter portant sur l'appareil digestif, ainsi qu'un exercice tiré du guide pédagogique de la troisième étape. En ce qui concerne les explications apportées, la maîtresse a parlé de l'appareil digestif du mouton que les élèves ont eu l'occasion de voir à chaque fête de tabaski (fête musulmane où dans chaque famille, un mouton est égorgé). Avant la leçon, un élève (El_1_A) déclare : « Je ne savais pas les étapes, comment se passe la digestion. Ce que j'ai plus compris dans la leçon, c'est la transformation des aliments, les organes du système digestif et les étapes de la digestion. » Dans ce même groupe, un élève (El_2_A) décrit le mécanisme de la digestion comme suit ; « Quand je mange, après c'est la transformation des aliments. Ils passent dans la bouche, on mastique bien les aliments, après l'œsophage, ils passent dans l'estomac, après dans l'intestin grêle, après dans le gros intestin où l'anus. La digestion est importante dans la vie, parce qu'elle transforme les aliments dans le corps, [...] La digestion nous permet de sortir les déchets de l'organisme ».

Avant la séquence d'apprentissage, les connaissances des élèves sur l'appareil digestif et la digestion n'étaient pas complètes et suffisantes. La leçon a ainsi permis de mieux comprendre

le rôle des organes de l'appareil digestif, mais aussi de comprendre le processus de la digestion. Sue ce, un élève (E1_2_B) dit : « Ce que je savais ne suffisait pas pour comprendre la digestion, je n'avais pas compris le rôle de l'appendice et du rectum ». Un autre élève (E1_4_B) corrobore ces propos en affirmant que : « J'ai tout compris à la fin de la leçon et le dessin m'a beaucoup aidé. Ce que je savais ne suffisait pas parce que je savais seulement que les aliments, on les mastique dans la bouche. Je ne savais pas ce qui se passe dans le corps. À la fin de la leçon, tout ça a changé parce que j'ai tout compris, la maîtresse nous a appris où vont passer les aliments. Je savais que les aliments vont dans la bouche et descendent, mais je ne savais pas ce qui se passe, dans le corps ». En effet, le dessin a permis de représenter les différents organes de l'appareil digestif, permettant ainsi aux élèves de pouvoir les localiser, mais aussi partant des explications, de comprendre le circuit de la digestion et le rôle de chaque organe.

Les résultats témoignent qu'à la fin des leçons observées, la compréhension des notions étudiées s'est améliorée et affirmée par plus de la moitié des participants à notre étude, c'est-à-dire 22 sur les 25 élèves. En sus de cela, les participants ont mieux perçu l'utilité des notions étudiées dans la vie courante, à savoir le rôle et la fonction des différents organes du système digestif et de la digestion.

4.2.13 Les difficultés rencontrées par les enseignants pour faire émerger les conceptions initiales des élèves

L'exploitation des différents outils de collecte de données que nous avons utilisés dans cette recherche a révélé l'existence de difficultés auprès des enseignants à faire émerger les conceptions initiales. En effet, le niveau de qualification, l'ancienneté dans l'enseignement et l'expérience à tenir la classe de CM2 sont autant de variables qui expliquent les compétences professionnelles des enseignants.

Les enseignants E1, E4 et E5, compte tenu de leur ancienneté et de leur expérience de plus de dix ans dans la classe de CM2, ont montré plus de facilité et de dispositions professionnelles lors de leur leçon. Ils ont davantage impliqué leurs élèves dans le processus d'appropriation du savoir. Dès l'amorce, ces maîtres ont fait des *leçons de choses* en donnant aux élèves une pomme, du pain ou des biscuits à manger. Cela a permis de faire vivre le point de départ du processus complexe de la digestion. Tandis que les maîtres E3 et E4, qui ont moins d'expérience et d'ancienneté dans l'enseignement primaire, ont proposé des leçons très descriptives dans une approche transmissive. Par exemple, la deuxième leçon suivie a été très descriptive. Elle a

permis d'identifier les différentes parties de l'appareil digestif, mais n'a pas fait ressortir la fonction essentielle de la digestion et n'a pas permis de mieux faire comprendre aux élèves comment fonctionne l'appareil digestif. Durant toute la leçon, le maître n'a pas posé de questions permettant de faire émerger les conceptions initiales des élèves. De plus, dans la phase de réalisation, à savoir « observer et localiser chaque organe » ou bien encore « comparer les deux premiers organes au milieu et en bas » sans les préciser, certaines consignes données aux élèves ne sont pas de nature à faire ressortir les conceptions initiales. Par exemple, pour la dernière question, les élèves ont répondu que « les organes sont différents par la forme et la longueur ».

4.3 La synthèse des principaux résultats

Les apprentissages et les séquences d'enseignement portant sur l'appareil digestif et la digestion analysés dans le cadre de cette recherche doctorale, témoignent que les conceptions initiales sur l'appareil digestif et la digestion d'élèves de la classe CM2 du Sénégal, sont nombreuses et variées. Celles-ci sont constituées de formes de connaissances épistémiques culturelles, religieuses ou encore, relevant de l'imaginaire des enfants que nous avons ainsi classées en trois catégories. Les résultats montrent également que ces trois catégories de conceptions initiales identifiées ont des particularités spécifiques. En effet, nos résultats révèlent que les conceptions initiales sur l'appareil digestif, la digestion et l'alimentation sont finalistes tandis que celles portant sur l'alimentation sont soit des conceptions initiales culturelles déterministes, soit des conceptions initiales religieuses fixistes sur l'alimentation. Nos résultats ont aussi montré que des conceptions initiales identifiées naïves et analogiques sont généralement partagées par plusieurs élèves, quelle que soit leur origine sociale et familiale ; par exemple, dont le fait de considérer le tube digestif comme un grand tuyau ou bien que les aliments qui ne sont pas digérés deviennent des déchets. Cependant, les conceptions initiales quelle que soit leur nature, ont été des leviers importants pour faciliter la compréhension des notions scientifiques étudiées. Les résultats sont à l'effet que la situation professionnelle des parents est susceptible de contribuer positivement à l'éducation scientifique des enfants. De nos résultats, il ressort que la prise en compte des conceptions initiales par les enseignants est une condition indispensable pour permettre aux élèves d'accéder à la connaissance scientifique. Enfin, nos résultats ont révélé des obstacles épistémologiques et des obstacles didactiques. Ces derniers sont introduits par les enseignants au niveau de la représentation schématique des différents croquis de l'appareil digestif qui ne respectent pas la taille, la forme, la position et la couleur des différents

organes, mais aussi au niveau de la clarté et de la précision de certaines consignes pédagogiques.

4.4 L'analyse des résultats au prisme du modèle allostérique de l'apprentissage

Nous avions retenu d'opérationnaliser le modèle allostérique de l'apprentissage développé par Giordan (1989). D'après ce modèle, l'apprentissage repose sur quatre piliers fondamentaux, à savoir la façon dont s'élabore le savoir, l'importance de la déconstruction des conceptions initiales qui sont confrontées avec le savoir scientifique, l'influence du contexte d'apprentissage et enfin, les différents niveaux auxquels se joue l'apprendre. Le modèle nous a servi de prisme pour analyser, d'une part, la manière dont les maîtres ont tenté de faire émerger les conceptions initiales des élèves au regard des concepts étudiés et, d'autre part, leurs influences potentielles sur l'apprentissage. Ce modèle nous a donc permis de structurer les observations et les analyses portant sur les moyens mis en place pour faire émerger et prendre en compte les conceptions initiales des élèves au regard du thème de l'appareil digestif et de la digestion pour les transformer en des connaissances scientifiques. Présentée ci-dessous, nous constatons à travers nos analyses, un effort de déconstruction et de reconstruction des conceptions naïves sur l'appareil digestif et la digestion, l'influence de l'environnement d'apprentissage ainsi que l'aspect dynamique et systémique de l'élaboration des savoirs. En nous appuyant sur notre schéma N°2, inspiré du modèle allostérique de l'apprentissage de Giordan (1989), la catégorisation des conceptions initiales réalisées par la présente étude permettra d'enrichir les réflexions de nature didactique et pédagogique afin de mieux apprécier les résistances et l'évolution scientifique constatées des conceptions initiales des élèves sénégalais.

- Un effort de déconstruction et de reconstruction des conceptions naïves sur l'appareil digestif et la digestion**

La déconstruction et la reconstruction des conceptions initiales qui se présentent comme des structures de pensées naïves sont d'une importance capitale dans la mise en œuvre du modèle allostérique de l'apprendre. En effet, avant de venir à l'école, l'enfant possède des connaissances antérieures qui sont primordiales dans sa vie et dans la compréhension de son environnement naturel et des phénomènes qui s'y déroulent quotidiennement (Béty, 2013; Erny, 1987; Thouin, 2020). Cependant, ces savoirs de sens commun constituent parfois des obstacles à l'appropriation des savoirs et processus scientifiques qui se caractérisent par une certaine complexité. Le modèle allostérique de l'apprentissage est, à cet effet, une réponse

didactique qui prend en compte et dépasse les conceptions initiales dans l'apprentissage des S&T en général, permet de surmonter les obstacles épistémologiques causés par les conceptions initiales en vue de les faire évoluer en des connaissances en adéquation aux savoirs scientifiques.

Pour ce qui concerne notre étude, on peut avancer dans les cinq classes participantes, un effort de déconstruction et de reconstruction des conceptions naïves sur l'appareil digestif et la digestion. Nos résultats ont montré que les élèves partageaient au début des leçons, la conception de tuyauterie continue pour assimiler l'appareil digestif à un sac de stockage pour l'estomac. Ils ont aussi pensé que la digestion dépend de la faim véritable, entre autres. Or, de telles conceptions initiales, même si elles sont ancrées dans le raisonnement des élèves, ne sont pas celles dont ils auront besoin pour réussir à l'école et dans la vie, selon Thouin (2020). À la fin des leçons et grâce aux explications apportées par leurs maîtres et les interactions dans les travaux de groupe, plusieurs sont parvenus à comprendre que l'appareil digestif est un ensemble d'organes qui jouent un rôle dans le processus de la digestion, qui ne dépend pas de la véritable faim.

- **L'influence de l'environnement dans lequel se déroule l'apprentissage**

Dans le modèle allostérique, l'environnement didactique joue un rôle majeur, car il « permet de prévoir les situations, les outils et les ressources qui facilitent l'apprendre » (Giordan, 2002, p. 23). Dans cette étude, l'influence des conditions matérielles et les modalités d'apprentissage mises en place par les maîtres ont influencé l'appropriation des notions étudiées par les élèves. La préparation matérielle a permis dans toutes les classes, sauf dans la classe E, de prévoir des fiches d'activités destinées aux élèves et qui ont mis l'accent sur la découverte des fonctions anatomique et physiologique de l'appareil digestif. En plus de cela, on peut noter que dans les classes A, D et E, en plus des fiches d'activités et de croquis représentant le système digestif, les maîtres ont proposé aux élèves de manger de la pomme, des biscuits ou du pain dans l'amorce de leur leçon pour tenter de montrer aux élèves le début du processus complexe de la digestion. De ce modèle, on peut retenir que l'apprentissage est favorisé par la création d'un environnement didactique interférant avec les conceptions initiales de l'apprenant, car l'appropriation de nouveaux savoirs est inséparable des savoirs existants. C'est pourquoi la prise en compte des conceptions initiales de l'apprenant lors de l'apprentissage des sciences permettra à l'enseignant de créer des ponts cognitifs entre la nouvelle connaissance et le réseau conceptuel déjà présent chez l'enfant. Comme le recommande Giordan (1993), lors des observations de

leçons, nous avons ciblé les questions plus ou moins implicites qui induisent ou provoquent la mise en œuvre des conceptions initiales.

- **L'aspect dynamique et systémique de l'élaboration des savoirs**

Sous le prisme du modèle allostérique, l'analyse des modalités d'apprentissage a montré que l'organisation de la classe en petits groupes de travail a favorisé le constructivisme et le socioconstructivisme par l'implication des élèves dans les différentes leçons. Notre schéma N°3, inspiré de Giordan (1989), démontre que l'application du constructivisme didactique sur les conceptions initiales est susceptible de favoriser un certain changement conceptuel. L'activité notée des élèves, mais aussi les synthèses apportées par les maîtres, ont permis de constater un aspect dynamique et systémique dans l'élaboration et l'appropriation des notions étudiées, mais aussi une certaine évolution des conceptions initiales pour divers élèves.

- **L'importance des différents niveaux auxquels l'apprendre se joue**

Il ressort aussi des leçons que l'apprentissage est un processus actif qui se joue à plusieurs niveaux. En effet, l'enseignement des S&T, pour être efficace, doit prendre en compte les connaissances antérieures des élèves qu'ils ont acquises dans le cadre de leur éducation, de leur culture, de leurs expériences et constructions personnelles. La plupart de ces conceptions initiales sont persistantes, fausses ou inconsistantes pour saisir la réalité objective des phénomènes scientifiques, mais il est impérieux de partir d'elles et d'essayer de les déconstruire et de les faire évoluer pour favoriser un changement conceptuel.

CHAPITRE V

DISCUSSION DES RÉSULTATS ET CONCLUSION

Notre recherche révèle qu'au regard de l'appareil digestif et du processus de digestion humaine, les élèves sénégalais de la sixième année du primaire participants ont des conceptions initiales naïves et insuffisantes pour appréhender les notions scientifiques abordées dans les différentes classes. En effet, les résultats obtenus témoignent que les conceptions initiales sont tantôt d'origine **culturelle, religieuse** ou encore **idiosyncrasique**. Soutenu par la littérature scientifique, l'enseignement des sciences doit tenir en compte les conceptions initiales afin de favoriser chez les élèves, l'appropriation d'une culture scientifique en adéquation avec les savoirs scientifiques reconnus.

Conformément à nos deux objectifs spécifiques de recherche qui visaient, 1) à identifier les conceptions initiales d'élèves sénégalais du troisième cycle du primaire par l'entremise d'une séquence d'enseignement sur le système digestif et 2) à décrire et à comprendre l'influence de ces conceptions initiales sur l'apprentissage de concepts scientifiques que sont l'appareil digestif et le processus de digestion humain, la discussion est organisée autour des types, des caractéristiques et des origines des conceptions initiales identifiées auprès de nos participants, suivie de leurs influences potentielles sur l'apprentissage des sciences et plus particulièrement de la biologie humaine. C'est donc sous un double angle d'analyse que seront discutés les résultats, c'est-à-dire à la fois comme obstacles épistémologiques à l'apprentissage et base d'amélioration de la compréhension conceptuelle dans ces disciplines fondamentales. En somme, cette section permettra de répondre à la question générale qui est : *Quelles sont les conceptions initiales d'élèves sénégalais de la sixième année du primaire et leurs influences potentielles sur l'apprentissage des sciences en général et plus spécifiquement, pour le thème de l'appareil digestif et de la digestion ?*

La première question spécifique, *Quels types de conceptions initiales ont des élèves sénégalais du troisième cycle du primaire vis-à-vis de l'appareil digestif et de la digestion ?* visait à identifier les types de conceptions initiales d'élèves sénégalais de la sixième année du primaire au regard des sciences par l'entremise d'une séquence d'enseignement sur le système digestif. Le thème de l'appareil digestif et de la digestion nous a servi de modèle d'apprentissage en sciences. Les différents entretiens semi-dirigés, les groupes de discussion et les observations non participantes de leçons effectuées ont fait ressortir des types de conceptions initiales naïves

d'origine culturelle, religieuse et idiosyncrasique qui ont été forgées dans le cadre de l'éducation familiale reçue et de l'expérience personnelle des élèves.

En Afrique en général et au Sénégal en particulier, lorsque l'on parcourt certains écrits scientifiques, on constate la prédominance de la dimension communautariste des sociétés humaines. Notamment, l'éducation et la culture, qui permettent de perpétuer les valeurs de civilisations et les connaissances traditionnelles accumulées de génération en génération, sont inséparables et indispensables. Dans la pratique, l'éducation des jeunes est assurée par les adultes. En effet, la culture transmise en Afrique noire (Ngakoutou, 2004) signale que les représentations collectives tiennent une place très importante dans la vie quotidienne, car c'est à partir d'elles que l'Africain et l'Africaine comprennent les autres et leur environnement, que l'ensemble des sociétés africaines se comprend, se conforme et se justifie. Sous ce rapport, l'éducation en Afrique est un processus de transmission de valeurs, de connaissances et de croyances épistémiques laissant chez les citoyennes et citoyens, surtout chez les enfants, des empreintes presque indélébiles dans leur manière de penser et d'agir, de comprendre, d'expliquer et d'interpréter certains phénomènes naturels qui sont visibles dans leur environnement immédiat. Selon Ngakoutou (2004), cela fait que pour l'Africain et l'Africaine, « il n'y a pas de coupure entre le moi et le non-moi, entre le monde et l'Homme » (p. 28).

Dans le cadre de notre étude, nous arrivons au constat que les conceptions initiales naïves répertoriées auprès des élèves (âgée de 12 ans), sont regroupées en trois catégories, à savoir celles d'origine **culturelle, religieuse et idiosyncrasique**. Cela veut dire que c'est dans le cadre de leur éducation familiale et religieuse et de leur imagination personnelle que les élèves ont appris et construit les éléments de connaissance et de compréhension intuitive de l'appareil digestif et de son processus. À propos des connaissances scientifiques de l'enfant ayant la même tranche d'âge de notre étude, Kamian (1974) précise qu'en Afrique, « à l'âge de douze ans déjà, le garçon et la fille ont acquis l'essentiel des connaissances sur la nature, sur la faune et la flore environnantes, sur le passé et le présent du village, du groupe clanique, sur les structures de la communauté dont ils sont membres. [...] Ils connaissent parfaitement la vie des animaux et des plantes de leur milieu, leur utilisation » (p. 449). Quant à Moumouni (1964), il mentionne que l'éducation africaine traditionnelle embrasse l'acquisition des connaissances et des techniques nécessaires à tout humain pour lui permettre de prendre une part active à la vie sociale sous ses différents aspects. Cet ensemble d'éléments transmis, sous différents aspects, que ce soit des valeurs, des connaissances ou des croyances (Ngakoutou, 2004) et soutenue par

l’entremise de la culture, de la religion ou encore du construit mental propre à l’enfant, peuvent ainsi s’ancrer et influencer les conceptions initiales des enfants.

Dans d’autres contextes d’enseignement, mais dans le même esprit, pour des didacticiens et didacticiennes, comme Astolfi et Develay (1989) et Clément (2001) en France, Béty (2013), Laliberté (2014) et Thouin (2017) au Québec, les notions scientifiques (et technologiques) faisant l’objet d’enseignement scolaire interfèrent avec les conceptions initiales des apprenants, et sont en grande partie forgées par leurs contextes socioculturels.

5.1 L’origine des conceptions initiales, une réalité partagée dans plusieurs contextes

À l’instar de nos résultats de recherche, plusieurs études ont confirmé que les types de conceptions initiales des enfants au regard des sciences sont forgées par leur milieu culturel (Astolfi et Develay, 1989; Clément, 2001, 2003). Dans cet élan, Hatano et Inagaki (1997) cités par Megalakaki et Fouquet (2009) soutiennent l’idée que les connaissances biologiques se construisent graduellement, dès le tout jeune âge, dans un contexte socioculturel et à partir d’inférences extraites de l’expérience quotidienne. Darley (2007) précise qu’il est important de garder en tête que chaque individu voit et interprète les choses du monde naturel au travers de sa propre culture et de son construit conceptuel déjà présent. En évoquant la relation dynamique du système sujet/milieu, Balacheff (1995) postule que « la connaissance humaine a un domaine de validité où elle est un outil reconnu » (p. 1). Cela veut dire que la connaissance est constituée par une multiplicité de conceptions localement validées et qui fonctionnent comme un système contextuel de référence globale et cohérente. Baboya (2008) abonde aussi dans le même sens en soutenant l’idée que l’être humain est, dès sa conception, pris en charge dans un milieu culturel qui prépare sa naissance, s’occupe de l’éduquer et d’assurer sa formation sociale sur la base de pratiques de références partagées. Cette prise en charge permet d’accueillir l’enfant et de l’aider à s’intégrer socialement, de se réaliser en s’appropriant l’ensemble des structures symboliques de son contexte social et culturel dans lequel il s’identifie et se développe.

5.1.1 L’origine culturelle des conceptions initiales

L’origine culturelle des conceptions initiales est corroborée par Joiris (1997) qui a exploré les mythes et la réalité du monde rural face aux aires protégées en Afrique centrale. Ses résultats ont montré que les conceptions initiales imposent, à l’image de nos résultats de recherche, un système d’interdits alimentaires en termes de valeurs et de comportements. En ce qui concerne les interdits alimentaires, les représentants de la conception occidentale au nom de la cause de

l'éthologie qu'ils jugent incompatible avec la chasse, s'abstiennent de manger du gibier et recommandent la consommation de la viande domestique. Or, dans la pratique culturelle des populations rurales, l'interdit alimentaire est sélectif dans le sens où il porte sur un nombre limité d'animaux dans des conditions variables. Ainsi, les populations distinguent les interdits alimentaires temporaires auxquels l'individu se soumet pendant une période limitée comme pendant la grossesse ou l'initiation et des interdits permanents que l'individu respecte pendant toute son existence.

5.1.2 L'origine religieuse des conceptions initiales sur l'alimentation

Les élèves ont des différences culturelles et religieuses sur l'alimentation, ce qui nous pousse à admettre que les conceptions initiales au regard de certains concepts scientifiques peuvent présenter des contradictions prononcées du point de vue culturel et religieux. Dans ce registre, nos participants ont évoqué que selon leur religion, il faut distinguer parmi les aliments, ceux qui sont proscrits et ceux qui sont autorisés à la consommation. En effet, d'autres études ont aussi révélé que l'interdiction de consommer tel ou tel animal par exemple, procède d'un système de croyances épistémiques très répandu dans plusieurs sociétés traditionnelles humaines (Da Matta, 1993). Cela veut dire, comme Lévi-Strauss (1962) et de Garine (1991, 1994) l'ont montré, que si pour les uns, l'interdit touche certaines espèces et relève d'une humanisation ou d'une idolâtrie de l'animal comme dans le totémisme, pour les autres, il ne touche que quelques espèces, et s'enracine dans un système particulier de représentation du monde.

À l'image de nos résultats, des études ont aussi montré que l'alimentation est un signe distinctif de l'identité culturelle sociale et religieuse quelle que soit la religion considérée (Papi, 2012; Sall et Dramé, 2021). Dans le contexte sénégalais, plus particulièrement dans la société wolof à dominante musulmane, des auteurs ont montré que les coutumes et la religion jouent encore un rôle important dans l'alimentation (Sall et Dramé, 2021). En effet, pour ces auteurs, même si l'alimentation est d'abord et avant tout considérée comme un acte de nutrition, ce qui est assimilable à son caractère finaliste signalé par nos différents participants, elle est aussi un moyen qui permet de retracer différentes représentations sociales, culturelles et religieuses des populations. Sous ce rapport, l'alimentation qui contribue à assurer la socialisation et l'appartenance à un groupe socioculturel est accompagnée de rites, de symboles et d'affects partagés, évoqués, perçus et verbalisés à travers des mots porteurs de sens qu'il faut savoir décortiquer pour ne pas braver les interdits et susciter la colère des dieux. Dans la même lancée,

(Papi, 2012) soutient aussi que la frontière entre le comestible et le non-comestible se situe en effet bien au-delà du biologique. Il se situe dans le domaine du culturel et du religieux et définit une appartenance fondée sur un code alimentaire opérant une classification du monde du vivant, en particulier du monde animal valable pour toutes les religions. Costamagno, (2014) soutient aussi la thèse que même si la nourriture doit évidemment répondre à des exigences physiologiques particulières, sa dimension sociale et symbolique ne doit en aucun cas être négligée car « l'alimentation humaine résulte d'un jeu d'interactions multiples, besoins physiologiques, déterminismes génétiques, systèmes économiques, techniques, symboliques, interactions et usages sociaux, apprentissage, croyances, etc. qui prend racine dans le plus lointain passé de l'humanité » (p.7).

5.1.3 L'origine idiosyncrasique des conceptions initiales

Les conceptions initiales entre les cinq groupes de participants n'ont pas révélé de contradictions, notamment en ce qui concerne l'appareil digestif et son fonctionnement. Cela signifie que nos participants partagent le même contexte culturel et les mêmes conceptions initiales d'ordre culturel sur ces notions traitées. C'est dans ce contexte qu'Erny (1985) soutient l'idée que l'enfant africain se développe dans son milieu culturel qui lui impose ses structures, ses rapports analogiques et symboliques et ses coordonnées mentales. En effet, selon les participants, l'appareil digestif est assimilé aussi naïvement à un tuyau conducteur des aliments mangés. Toutefois, ils ne parviennent pas à expliquer les diverses étapes du processus de la digestion. La comparaison des résultats par pays (France et Suisse), même si les participants ne se situent pas dans le même contexte socioculturel, est sans équivoque. En effet, nos participants partagent les mêmes conceptions initiales à propos de la digestion découvertes dans les recherches de Clément (2001, 2003) et de Megalakaki et Fouquet (2009) même si les contextes culturels sont différents.

À cet égard, Teixeira (2000) catégorise des conceptions fréquemment identifiées selon des tranches d'âge d'élèves brésiliens. À partir de 4 ans, l'estomac représente un espace vide où les aliments ingérés s'accumulent en petits morceaux. Le corps grandit en accumulant des aliments dans certaines parties du corps et dont la mastication est la seule transformation des aliments, qui est en soi perceptible. Entre 6 ans et 8 ans, les aliments ingérés quittent le corps et les aliments changent d'apparence. La transformation mécanique des aliments faisant partie des explications (la mastication). Enfin, vers 10 ans, une partie des aliments mangés reste dans le corps alors que le reste en sort. Nos résultats corroborent ces conceptions qui ont été répertoriées

également chez les élèves sénégalais. Ces résultats comparatifs soutiennent les réflexions sur le plan cognitif (Piaget, 1977) relatif aux stades de développement mental de l'enfant pour appréhender un phénomène, en dehors des conceptions initiales de nature sociale. Par ailleurs, Giordan et de Vecchi (2010) ont aussi révélé que le milieu socioculturel joue un rôle prépondérant dans la formation des conceptions initiales qui ont une genèse à la fois individuelle et sociale. Pour leur part, Astolfi *et al.* (1997) soulignent aussi que la psychologie génétique piagétienne est l'une des origines possibles des conceptions initiales, ce qui corrobore le caractère idiosyncrasique des conceptions qui dépendent de ce fait, de l'inachèvement du développement cognitif et du degré de maturation de l'enfant qui appréhende le monde et apprend selon ses capacités mentales. Certaines conceptions initiales idiosyncrasiques correspondent à des constructions personnelles. Or, les conceptions individuelles agissent comme des filtres dans la compréhension du monde environnant et, de fait, dans le développement individuel des enfants.

5.2 Des conceptions initiales naïves : connaissances scientifiques approximatives ne permettant pas de comprendre adéquatement un concept scientifique

À travers la deuxième question spécifique de recherche, *En quoi et comment ces conceptions initiales peuvent-elles influencer les apprentissages scientifiques du système digestif ?* nous avons tenté de décrire les influences potentielles des conceptions initiales sur les notions traitées lors des séquences didactiques (leçons).

Dans l'enseignement des sciences, lors de la troisième étape, la compétence de base visée par le MÉN (2008) est d'« Intégrer des principes, démarches et techniques dans des situations de réalisation d'objets courants et d'explication scientifique et technologique d'éléments et de phénomènes du milieu » (p. 225). Au regard de cette compétence en biologie humaine, les objectifs d'apprentissage visés consistent à amener les élèves à découvrir et expliquer des structures et fonctions biologiques telles que la nutrition et la digestion humaine. Selon ces objectifs d'apprentissage, il s'agit de faire en sorte que l'élève identifie les organes de l'appareil digestif et leurs principes de fonctionnement et d'acquérir, chemin faisant, de bonnes habitudes alimentaires.

Nos résultats ont montré que la conception de tuyauterie continue est persistante chez tous les participants. Selon ceux-ci, le tube digestif est assimilé à un tuyau conducteur des aliments mangés, sans être en mesure d'expliquer les diverses étapes du processus de la digestion. Ils

assimilent la digestion à un système d'entrée et de sortie des aliments partant de la bouche à l'anus. Ils ont aussi mentionné que le tube digestif est un tuyau long qui transporte les aliments que nous mangeons. Si l'on se réfère aux objectifs d'apprentissage fixés par le MÉN (2008), qui consistent à amener les élèves à découvrir et expliquer des structures et fonctions biologiques telles que la nutrition et la digestion de l'être humain, ces conceptions initiales naïves se sont révélées inconsistantes et insuffisantes pour comprendre et expliquer correctement la structure et la fonction des différents organes du système digestif. Cette conception naïve du système gastro-intestinal humain en tuyau continu ne permet pas scientifiquement parlant, de comprendre la structure et la fonction des différents organes du système digestif, du circuit et des transformations progressives que subissent les aliments dans l'organisme, la transformation d'une partie des aliments consommés en nutriments et leur passage dans le sang et enfin, l'absorption intestinale.

Nos résultats corroborent d'autres études antérieures (Clément, 2001; Megalakaki et Fouquet, 2009) et dont les séquences d'enseignement ont utilisé la même amorce. Leurs travaux indiquent que les enfants décrivent le système digestif comme un ensemble d'éléments qui forment un système de tuyauterie partant de la bouche à l'anus. Par analogie, ce système de tuyauterie continue représente un conduit ou « un système d'entrée et de sortie des aliments », selon les participants à notre recherche. Il s'agit là, comme l'illustre Clément (2001), d'une image mentale qui révèle un obstacle épistémologique majeur construit à partir de l'expérience de leur vie quotidienne, car dans notre organisme, il existe une multitude de conduits classiques qui ne remplissent pas la même fonction (veines, artères, veinules, capillaires, vaisseau...). Par exemple, pour l'intestin, les capillaires sanguins et les tubes excréteurs des néphrons dans le rein ont des fonctions différentes. Cette conception de tuyauterie continue est un obstacle qui ne permet pas aux élèves de distinguer les différents « tuyaux classiques » de l'organisme humain et leur rôle respectif, de comprendre la perméabilité de la paroi intestinale, mais aussi de percevoir le lien entre les systèmes digestif, excréteur et circulatoire. Même si le processus de la digestion n'est observable qu'en petite partie, c'est-à-dire qu'au début, la recherche mentionne que les élèves construisent une conception naïve de la tuyauterie continue pour l'expliquer, tel un conducteur des aliments que nous mangeons (Clément, 2003; Megalakaki et Fouquet, 2009). Clément (2003) précise que « Lorsqu'on leur demande de dessiner les lieux par lesquels transite un litre de bière, entre le moment où elles l'ont bu et le moment où elles vont uriner, trois personnes sur quatre dessinent un tuyau continu entre l'intestin et les conduits urinaires » (p. 133). Dans l'étude de Megalakaki et Fouquet (2009), les auteurs ont exploré les

conceptions naïves de la digestion chez les enfants de 7 à 10 ans. Ils ont demandé de compléter un dessin représentant le trajet et le devenir d'une pomme dans le corps et ensuite, de donner la structure du système digestif ainsi que le rôle des organes participant à la digestion, comme ce fut le cas dans les leçons que nous avons observées. Bien que le contexte culturel soit différent, la même conception de tuyauterie continue a été évoquée par nos participants. Cependant, à la suite des cinq leçons analysées, il faut signaler la persistance de la conception de tuyauterie pour caractériser le tube digestif chez tous les élèves ayant participé à notre étude. De plus, les élèves ne sont pas parvenus à décrire et à donner le rôle et la fonction précise des organes de l'appareil digestif, encore moins à donner, dans l'ordre et la complétude, les diverses étapes de la digestion. Ils ne sont pas non plus parvenus à dire comment les nutriments quittent le tube digestif pour passer dans le sang, parce qu'ils n'ont pas pu surmonter l'obstacle épistémologique lié à la perméabilité des organes.

Dans d'autres contextes occidentaux, des auteurs dont Giordan en Suisse (1993) et Thouin au Québec (2017) signalent que les conceptions initiales se cristallisent dans l'esprit des enfants et peuvent même persister jusqu'à l'âge adulte, créant ainsi des obstacles résistants à l'apprentissage des notions scientifiques et technologiques. En Europe, par exemple, les recherches de Giordan (1993) portant sur les conceptions d'étudiants en soins infirmiers dont la tranche d'âge est comprise entre 23 et 28 ans au regard de la digestion qui a fait l'objet d'investigation dans cette thèse ont révélé qu'elles restent décalées par rapport à la logique de la biologie en tant que discipline. À propos de l'idée de digestion, les étudiants représentent schématiquement le tube digestif comme une double tuyauterie et mettent en exergue la primauté de l'estomac que nos participants ont aussi assimilé à un grand sac qui garde les aliments que nous mangeons. Cela démontrerait, selon Giordan (1993), que sur des questions qui concernent la vie quotidienne, des étudiants de biologie se comportent comme des profanes, voire de manière très identique à des personnes qui n'ont pas suivi de cours de biologie. C'est pourquoi, il déclare à cet effet que « Nous avons pu vérifier la persistance et l'opérativité de ces modes de raisonnement chez les étudiants et chez les futurs enseignants, qu'on pouvait supposer comme étant des populations privilégiées » (p. 261).

5.3 L'importance des conceptions initiales dans la construction des connaissances scientifiques

La prise en compte des conceptions initiales des élèves est primordiale dans le processus de construction des connaissances scientifiques du fait des difficultés persistantes qu'elles posent

en termes d'analyse d'obstacles cognitifs et d'erreurs. Bien que les conceptions initiales du système gastro-intestinal humain des élèves soient naïves et approximatives scientifiquement parlant, elles ont facilité la compréhension des notions étudiées. Le recueil et la considération dans l'apprentissage des conceptions initiales des élèves sont d'une grande importance dans le processus de construction des connaissances en sciences. Plusieurs auteurs (Clément, 2001, 2003; Giordan, 1993, 1994; Thouin, 2017; Jäggi et Stutz, 2020) considèrent que la prise en compte des conceptions initiales est incontournable pour permettre aux élèves d'accéder à la connaissance scientifique. C'est pourquoi il est nécessaire pour l'enseignant d'identifier les conceptions des élèves et d'organiser son activité pour les amener à les surmonter. Mignon et Closset (2004) recommandent la construction d'un enseignement qui prenne en compte les conceptions initiales des apprenants. Cette stratégie didactique est basée sur la réfutation rationnelle des explications (idées) initiales de l'apprenant, selon Simard *et al.* (2014), et contribue à aider les enfants à se rendre compte des limites et apories de leur raisonnement intuitif et de passer chemin faisant à un mode de pensée scientifique. Selon le modèle allostérique, Giordan (1989, 1994) propose aussi d'aller *avec* et *contre* les conceptions initiales dans le processus d'apprentissage des sciences. Dans le même esprit que Giordan, Astolfi et Peterfalvi, (1993) suggèrent que, « différentes stratégies sont possibles, mais toutes ont à concilier une dose de souplesse adaptative qui permette aux élèves de mettre en jeu leurs propres idées et une dose de rigidité qui garantisse de ne pas perdre de vue le concept à construire » (p. 103). Selon Giordan (1989) et Astolfi et Peterfalvi, (1993) en Europe et Béty (2013), Laliberté (2015) et Thouin (2017) au Canada, il est crucial dans l'apprentissage des sciences de prendre en compte les conceptions initiales sans quoi, les notions scientifiques étudiées risquent d'être éludées et déformées ou de se cristalliser et de persister dans l'esprit des enfants jusqu'à l'âge adulte. Comme évoqué par Bachelard (1938) et les auteurs ci-dessus cités, les conceptions initiales constituent des obstacles épistémologiques amoncelés dans la vie quotidienne des enfants. Elles influencent l'apprentissage formel de concepts scientifiques et résistent au changement (Lafortune, 2013; Lanoue, 2013). Afin d'y remédier, différents modèles de changements conceptuels ont été développés par diSessa (1993), Giordan (1989), Hewson (1981), Hewson et Gertzog (1982), Désautels et Larochelle (1992), Posner, Strike et Vosniadou (1994), Zimmermann-Asta (1990) et permettent de partir des conceptions initiales des élèves en vue de les transformer en des savoirs scientifiques.

5.3.1 L'importance des conceptions initiales dans le changement conceptuel

Pour venir à bout des obstacles créés par les conceptions initiales dans le processus d'apprentissage des sciences, plusieurs auteurs ont développé des stratégies et des modèles didactiques qui les prennent en compte en vue de les faire évoluer vers des savoirs scientifiques. Il s'agit des modèles de changement conceptuel qui reposent sur la déconstruction et la restructuration des conceptions initiales qui sont considérées par beaucoup d'auteurs comme des conceptions primitives persistantes qui manquent soit de consistance ou sont erronées (Astolfi, Peterfalvi et Vérin, 2006; Béty, 2009; 2013; Lafortune, 2013; Laliberté, 2015; Lanoue, 2013; Potvin, 2012; Thibault, 2013; Thouin, 2017; Toussaint *et al.*, 2001; Tsai et Wen, 2005; Vosniadou *et al.*, 2008, Vosniadou 2013).

Dans notre cas, bien que nous ayons envisagé de les étudier sous un double angle les considérant en tant qu'obstacles épistémologiques comme nombre de chercheurs (Clément, 2001, 2003; Megalakaki et Fouquet, 2009) ou encore comme des leviers (Giordan, 1989, 1994) permettant d'améliorer la compréhension conceptuelle des notions scientifiques étudiées, les conceptions initiales que nous avons répertoriées n'ont pas été des obstacles épistémologiques sérieux, car au cours des leçons, les élèves sont parvenus à constater leur inconsistance, et les explications des différents maîtres ont apporté la lumière sur les phénomènes.

5.4 L'influence des conceptions initiales et les réussites scolaires

En plus d'être considérées comme un moteur favorisant les apprentissages scolaires, si l'enseignant tient compte des conceptions initiales dans son activité, il est susceptible d'améliorer la compréhension conceptuelle des élèves (Giordan, 1990; Mazoué, 2016; Thouin, 2017). Plus largement, des études menées dans le domaine de la didactique des S&T ont révélé que des conceptions initiales permettent de comprendre et d'expliquer les différences de réussites scolaires et exercent une certaine influence dans la réalisation des tâches d'apprentissage et d'évaluation (Alci, 2015; Loubaki *et al.*, 2015; Tsai et Chou, 2002).

Loubaki *et al.* (2015) ont montré que les conceptions initiales peuvent être à l'origine et fournir des explications qui permettent de mieux comprendre, de comparer et d'expliquer les différences de réussites scolaires entre des élèves marocains et québécois vivant dans des contextes géographiques et socioculturels considérablement différents. En effet, le contexte culturel influe, de manière persistante, sur le rendement des élèves dans les réponses et la réalisation même des tâches d'évaluation décontextualisées et standardisées. Cela permet de

nuancer la valeur des évaluations internationales et de leurs interprétations possibles qui varient selon les contextes culturels des élèves, car les manières de conceptualiser les phénomènes scientifiques par ces derniers varient selon leurs habitudes de la vie quotidienne. C'est pourquoi Allal (2007) précise que les élèves vivant dans des contextes culturels différents ont nécessairement acquis leurs savoirs et ils ont développé leurs compétences grâce à leur insertion dans des communautés de pratiques extrêmement variables. Cela montre en fait que même si les tâches d'évaluation sont décontextualisées, les conceptions initiales continuent d'orienter et de motiver le choix des réponses des élèves. À ce propos, Loubaki *et al.* (2015) soutiennent que « lorsque les contextes et les moyens de construction des connaissances établissent des différences entre des groupes d'élèves, la distanciation observée au sein des communautés de pratique pourrait être tributaire des différences de performance » (p. 18).

5.5 Les processus d'enseignement du système digestif et les obstacles didactiques

Dans la présente étude, les maîtres ont pris en charge une même séquence d'enseignement sur le système de digestion constitué de trois séances. La première séance d'observation, d'étonnement et de questionnement a porté sur la phase de présentation de l'objet d'étude à savoir l'appareil digestif et la digestion. La deuxième séance concerne l'organisation et la systématisation des connaissances au cours de laquelle l'objet d'études et ses composantes ont été analysés. Enfin la troisième séance a porté sur la synthèse des différents points abordés. Cette séquence d'apprentissage, nommée leçon, favorise le développement des connaissances sur les fonctions anatomique et physiologique de l'appareil digestif humain. La finalité éducative étant de permettre aux élèves de découvrir les fonctions et structures biologiques des systèmes du corps humain.

Par l'entremise de l'analyse des conceptions des élèves, il nous a été possible d'identifier certains obstacles didactiques pouvant affecter les apprentissages des élèves. En effet, sans s'en rendre compte, des enseignants peuvent véhiculer dans leur pratique pédagogique des conceptions que leurs élèves peuvent adopter. Nos résultats ont aussi révélé des obstacles didactiques qui sont aussi susceptibles de freiner et d'empêcher la bonne appropriation des connaissances scientifiques (Clément, 2003) occasionnant des erreurs de raisonnement. Par exemple, les obstacles didactiques relevés portent sur les représentations schématiques de l'appareil digestif esquissées par les maîtres qui ne respectent pas la forme, la proportion et la position des organes de l'appareil digestif dans le corps humain. De telles représentations

schématiques de la part des enseignants engendrent des erreurs dans la compréhension des élèves.

CONCLUSION GÉNÉRALE ET RECOMMANDATIONS

Au départ de cette thèse, nous avions considéré les sciences comme une forme de connaissance humaine. Cela veut dire qu'elles constituent des activités essentielles dans la vie économique et sociale des êtres humains du fait qu'elles leur permettent de comprendre, d'expliquer et d'interpréter les phénomènes qui se déroulent dans leur environnement naturel. Cependant, compte tenu de la dimension ontologique et contextuelle qui les caractérise, les savoirs scientifiques sont très marqués par les pratiques culturelles de références et les croyances épistémiques construites et partagées historiquement par les membres d'un groupe social donné ; ce qui est le cas au Sénégal. Ces types de connaissances spécifiques sont forgées dans l'expérience de la vie quotidienne, nommés ici *conceptions initiales*. Dès le jeune âge, celles-ci s'implantent dans les manières de penser et d'agir, mais aussi dans les comportements humains et constituent, chemin faisant, le premier prisme à partir duquel, l'être humain tente d'appréhender la réalité naturelle. Parmi ces conceptions initiales, certaines interfèrent avec les savoirs scientifiques enseignés à l'école. Ces obstacles épistémologiques influencent leur apprentissage. Ces conceptions initiales, retrouvées chez la personne enseignante, peuvent, quant à elles, influencer l'enseignement et faire office d'obstacles didactiques. Ces derniers correspondent à certaines conceptions introduites par l'enseignement à travers les ressources pédagogiques et l'enseignant lui-même, tandis que les obstacles épistémologiques concernent les conceptions forgées dans la vie quotidienne de l'apprenant. Il faut noter que, quelles que soient les disciplines enseignées, les obstacles épistémologiques et didactiques occasionnent chez les élèves de fréquentes erreurs de raisonnement et freinent ou empêchent l'appropriation de savoirs scientifiques en adéquation avec les explications scientifiques contemporaines.

Dans cette thèse, notre objectif général de recherche était d'étudier les conceptions initiales d'élèves sénégalais du troisième cycle du primaire et leurs influences potentielles sur l'apprentissage des sciences par l'entremise du thème de l'appareil digestif et de la digestion chez l'humain. Pour ce faire, nous-nous étions inscrit dans un double angle d'analyse en envisageant les conceptions initiales à la fois comme obstacles épistémologiques à l'apprentissage et bases d'amélioration de la compréhension conceptuelle en sciences, spécifiquement dans le domaine de la biologie humaine. À l'issue, nos résultats ont révélé que des élèves sénégalais du troisième cycle du primaire (âgés de douze ans) ont, au regard de notions biologiques, des conceptions initiales naïves ainsi que des connaissances scientifiques approximatives qui ne leur permettent pas de comprendre, de décrire et d'expliquer

correctement le déroulement des phénomènes naturels, dont le modèle étudié est le système digestif. Les résultats témoignent que les conceptions initiales identifiées auprès des élèves sont d'origine culturelle, religieuse et idiosyncrasique. Ces différentes origines, prenant ancrage dans leur histoire ou leur expérience personnelle, participent au construit conceptuel des élèves et sont des obstacles épistémologiques à prendre en compte. De fait, il ressort que l'identification et la prise en compte des conceptions initiales des élèves sont incontournables dans l'accès à une culture scientifique contemporaine. Nos résultats participent donc à l'avancement des connaissances en montrant, d'une part, qu'il n'y a pas de discontinuité entre les savoirs sociaux et les savoirs scientifiques qui font l'objet d'enseignement scolaire et, d'autre part, l'impact positif de la prise en compte des conceptions initiales dans l'amélioration de la compréhension conceptuelle.

Pour favoriser une meilleure prise en compte des conceptions initiales dans l'enseignement des sciences, les résultats de notre étude ouvrent deux perspectives relatives à la recherche et à la formation des enseignants du primaire. Cette étude est susceptible de contribuer à sensibiliser et à mieux former les enseignants et les autorités éducatives sur l'importance et la nécessité de prendre en compte les conceptions initiales dans l'élaboration des manuels et outils pédagogiques, mais aussi dans les situations didactiques. Elle permet aussi d'inviter les enseignants à s'appuyer sur les conceptions initiales des élèves, si elles leur permettent d'avancer dans leur enseignement, ou bien les déconstruire, si elles sont complètement fausses.

En effet, même si nos résultats sont relatifs aux conceptions initiales des élèves vis-à-vis du système digestif humain et de ses composantes, les processus d'enseignement à parfaire et les obstacles didactiques qui ont compliqué leur appropriation par les participants, invitent à repenser la formation des enseignants dans le domaine des sciences en vue de mieux les accompagner dans leur développement professionnel. C'est pourquoi nous recommandons vivement aux autorités éducatives sénégalaises de redynamiser la formation initiale et continue des enseignants du primaire dans le domaine des sciences afin qu'elle puisse faire émerger et prendre en compte les conceptions initiales des élèves comme le suggèrent nombre de chercheurs en science de l'éducation et le soutient également la présente étude. Cette formation doit notamment passer par une planification de leçons de sciences durant les cellules d'animation pédagogique qui favoriseront l'émergence des conceptions initiales des élèves, pour ensuite, en tenir regard lors des leçons en sciences. Ces types de formations constituent pour nous un moyen efficace pour atteindre la visée positiviste escomptée de l'enseignement

des sciences par le MÉN et permettre l'élimination des préjugés qui freinent et empêchent l'enseignement des sciences.

Sur le plan scientifique, notre thèse constitue un intrant significatif pour faire avancer l'enseignement des sciences au Sénégal au niveau de la compréhension de la dimension sociétale des savoirs scientifiques ainsi que des obstacles et des leviers qu'ils peuvent constituer dans l'apprentissage de la science au primaire. Cette étude nous a permis d'appréhender de manière dynamique les difficultés et les comportements d'apprentissages des élèves sur leur système de connaissances et de références socioculturels au concept de la digestion pouvant constituer des obstacles épistémologiques à dépasser pour la formation de leur pensée scientifique. Elle nous a aussi permis d'identifier des obstacles didactiques qui compliquent l'accès à la connaissance scientifique. Notre thèse peut inspirer et motiver, au bénéfice respectivement des élèves et des enseignants, la conception de manuels didactiques et modules de formation intégrant la prise en compte des conceptions initiales en vue d'améliorer l'enseignement et l'apprentissage de cette discipline. Sur le plan social, nos résultats peuvent amener les maîtres à mieux prendre en compte les conceptions initiales naïves et persistantes par la cohabitation avec la conception scientifique appropriée en milieu social.

La prise en compte de nos résultats et recommandations par les autorités éducatives du Sénégal, permet de favoriser un meilleur enseignement des sciences qui tient compte des conceptions initiales des élèves au regard concepts scientifiques étudiés en vue de les faire évoluer vers la connaissance et la culture scientifique.

En matière de recherche et dans le prolongement de notre étude, des pistes fondamentales se dessinent. Parmi elles, figurent l'analyse des manuels de sciences pour voir leur niveau de prise en compte des conceptions initiales ou encore l'utilisation des modèles de changement conceptuel pour déconstruire les conceptions initiales et les faire évoluer vers une culture scientifique actuelle. À moyen terme, nous envisageons d'étudier les liens qui existent entre la désaffection ou le manque d'intérêt pour des études et carrières en sciences constaté au Sénégal, et ce, par l'entremise des conceptions initiales des apprenants.

ANNEXE 1 : GRILLE D'OBSERVATION NON PARTICIPANTES DE LEÇONS

Date de l'observation : _____

Durée de l'observation : Début : ____ Fin : ____

A. Identification

IA

IEF

École

Classe

Effectif

B. Préparation de la leçon/Observation proprement dite de la leçon

1. Objet de la leçon
2. Durée de la leçon
3. Objectif déclaré

.....
.....
.....

4. Moyens utilisés

.....
.....

5. Matériels pédagogiques

- Diversité.....
- Etat : très bon, bon, assez-bon, mauvais état
- Le matériel est-il suffisant ? Ratio/élève.....

C. Démarche de la leçon

6. Y-a-t-il concordance entre la révision et la leçon du jour ?

oui

non

.....
.....

7. Les moments de la leçon sont-ils respectés ?

oui

non

8. Quelle démarche a été utilisée dans la leçon ?

Sciences
Investigation
Découverte
Vulgarisation

Technologie
Analyse
Conception

9. La démarche utilisée est-elle adéquate par rapport à l'objet de la leçon ?

- Si oui...pourquoi ?

.....
.....
.....

- Sinon... pourquo ?

.....
.....
.....

10. La démarche utilisée par rapport à l'objet de la leçon est-elle transmissive ou active ?

.....
.....
.....

D. Implication des élèves dans l'apprentissage

11. L'activité est-elle intra-muros ? Extra-muros ?

oui	non
oui	non

12. La leçon a-t-elle reposé sur une expérience ?

oui	Non
-----	-----

13. Les élèves ont-ils activement participé à la leçon ?

14. Au cours de l'expérience, quels types d'activités les élèves ont-ils réalisées ?

.....
.....
.....

15. Quelles sont les modalités d'organisation du travail utilisées par le maître ?

- Travail de groupe.....travail individuel.....temps de travail....manipulation

16. La réalisation de ces activités expérimentales a –t-elle sollicité les connaissances antérieures des élèves ?

oui	Non
-----	-----

.....
.....
.....

E. Emergence des conceptions initiales

17. Quelles sont les connaissances antérieures des élèves que le maître a fait émerger dans la leçon ?
À quel moment de la leçon ?

.....
.....

18. Comment le maître les a-t-il fait émerger ? par questionnements ? par dessins ?

Autres :

19. Le maître a-t-il utilisé les conceptions initiales des élèves pour expliciter sa leçon ?

.....

20. L'objet de la leçon (le phénomène scientifique ou l'objet technologique étudié) est-il familier avec les élèves ?

oui

non

21. Dans quelle situation de la vie courante l'ont-ils déjà connu ? en famille ? dans la société ? dans l'environnement physique ?

Autres :

F. Influences des conceptions initiales sur l'objet de la leçon

22. Les conceptions initiales émergées des élèves leur ont-elles posé des difficultés pour comprendre la leçon ? À quel moment ?

- Si oui... pourquoi ?

.....

- Sinon... pourquoi ?

.....

23. Les conceptions initiales émergées des élèves ont-elles facilité la compréhension de la leçon ? totalement ou en partie ? À quel moment ?

.....

24. Les conceptions initiales émergées des élèves sont-elles suffisantes (quelles en sont les limites) pour comprendre la leçon étudiée ?

.....

25. Les conceptions initiales émergées des élèves ont-elles persisté à la fin de la leçon ?

- Si oui..pourquoi ?

.....

- Sinon... pourquoi ?

.....

26. Sont-ils conscients des limites de leurs conceptions initiales ?

G. Amélioration de la compréhension

27. Les conceptions initiales émergées des élèves ont-elles changé à la fin de la leçon totalement ou en partie ?

- Si oui... pourquoi ?

- Sinon... pourquoi ?

28. Qu'est-ce que le maître a mis en place pour améliorer la compréhension conceptuelle des élèves ?

ANNEXE 2 : GRILLE D'ENTRETIEN SEMI-DIRIGÉ

Date de l'entretien : _____

Durée de l'entretien : Début : _____ Fin : _____

Ceci n'est pas un examen, ni un test de connaissance. Pour nous aider à mieux comprendre comment certaines croyances que tu avais avant de fréquenter l'école influencent et t'aident à mieux comprendre les leçons en S&T, tu devras répondre au questionnaire. Ce qui nous intéresse c'est de voir ce que tu penses et que tu sais déjà sur la leçon du jour, comment tu y a participé et quelle évolution ont fait tes croyances.

A. Identification

IA
IEF
École
Classe
Effectif

B. Implication de l'élève dans l'apprentissage

1. La leçon que nous venons de suivre a porté sur quelle notion ?
2. As-tu compris la notion étudiée ?
3. As-tu activement participé à la leçon ? En faisant quoi ?
4. Quelle expérience est réalisée dans la leçon ?
5. L'expérience réalisée dans le cadre du cours est-elle utile pour comprendre la leçon ?
6. Les discussions dans ton groupe de travail ont-elles facilité ta compréhension de la leçon ?

C. Emergence des conceptions initiales

7. Est-ce que tu connaissais déjà la notion que tu viens d'apprendre en classe avant de fréquenter l'école ?
8. À quelle occasion dans ta vie as-tu connu le phénomène étudié en classe ?
9. Quelle explication est généralement donnée au phénomène étudié en classe dans ta famille ?
10. Vois-tu souvent le phénomène étudié en classe se produire dans ton quartier ?
11. Quelle est l'utilité de ce phénomène dans la vie ?

D. Influences des conceptions initiales sur l'objet de la leçon

12. À quel moment ce que tu savais sur le phénomène étudié avant le début de la leçon t'a posé des problèmes pour comprendre la leçon ?
 - a. Si oui...pourquoi ?
 - b. Sinon... pourquoi ?
13. Quels sont les points de la leçon que tu as plus compris grâce à ce que tu savais déjà sur le phénomène étudié ?

14. Est-ce que ce tu savais sur le phénomène étudié avant le début de la leçon t'a permis de comprendre toute la leçon ?
15. À quel moment de la leçon, ce que tu savais déjà du phénomène étudié a été plus utile pour le comprendre ?
16. Penses-tu que ce que tu savais déjà avant le début de la leçon était seulement suffisant pour comprendre le phénomène étudié ?
17. Est-ce que tout ce que tu croyais sur le phénomène étudié a changé à la fin de la leçon ?
 - a. Si oui...pourquoi ?
 - b. Sinon... pourquoi ?
18. Qu'est-ce que tu croyais sur le phénomène étudié et qui n'a pas changé à la fin de la leçon ?
19. Qu'est-ce qui peut expliquer cela ?

ANNEXE 3 : GRILLE DE DISCUSSION FOCALISEE

Date du GD : _____

Durée du GD : Début : _____ **Fin :** _____

Nombre de participants : _____

Ceci n'est pas un examen, ni un test de connaissance. Pour nous aider à mieux comprendre comment certaines croyances que tu avais avant de fréquenter l'école influencent et t'aident à mieux comprendre les leçons en S&T, tu devras participer activement au débat et donner ton point de vue sur toutes les questions posées. Ce qui nous intéresse c'est de voir ce que tu ce que tu penses et sais déjà sur la leçon du jour, comment tu y as participé et quelle évolution ont fait les connaissances que tu avais.

A. Identification

IA :

IEF :

École :

Classe :

Effectif du GD :

B. Implication des élèves dans l'apprentissage

1. Avez-vous activement participé à la leçon ?
Dites pourquoi
2. La réalisation de ces activités expérimentales a –t-elle sollicité ce que vous saviez et pensiez de la notion étudiée ?

C. Emergence des conceptions initiales

3. Est-ce que vous connaissiez déjà la notion étudiée dans la leçon du jour ? d
4. Dans quelle situation de la vie courante vous l'as-tu déjà connue ? En famille? Dans la société ?
Dans l'environnement physique ?
 - Expliques comment tu l'as connu
5. Quelle explication retient-on dans ton entourage de la notion étudiée ?
6. Dans quelle situation avez-vous reçu cette explication ? par les adultes, Éducation, expérience, habitude, imagination
7. Que signifie cet objet dans la vie courante ?
8. Quelle est son utilité pratique dans ta vie ? Dans la vie courante en général ?
9. Pensez-vous que le maître a pris en compte les connaissances que tu avais déjà de la notion étudiée dans l'exploitation de la leçon ?

- Dites pourquoi

D. Influences des conceptions initiales sur l'objet de la leçon

10. Vos croyances sur la notion étudiée ont-elles posé des difficultés pour comprendre la leçon ? À quel moment ?
 - Si oui... Pourquoi ?
 - Sinon... pourquoi ?
11. Vos croyances sur la notion étudiée vous ont-elles permis de mieux comprendre la leçon ? Totalement ou en partie ? À quel moment ?
12. Est-ce que vos croyances ont été suffisantes pour comprendre totalement la leçon étudiée ?
 - Si oui... pourquoi ?
 - Sinon... pourquoi ?

E. Amélioration de la compréhension

13. A la fin de la leçon, qu'est-ce qui a changé dans ce que tu pensais ou connaissais de la notion étudiée ?
 - a. Qu'est-ce qui a favorisé ce changement ?
 - b. Comment apprécies-tu ce changement ?
14. À la fin de la leçon, qu'est ce qui n'a pas changé dans ce que tu pensais ou connaissais de la leçon ?
15. Qu'aurait-du faire le maître pour mieux permettre de comprendre la notion étudiée en classe ?

ANNEXE 4 : AUTORISATION DE LA DIRECTION D'ETABLISSEMENT SCOLAIRE

Étude des conceptions initiales d'élèves sénégalais du troisième cycle du primaire au regard des sciences et de la technologie

Cette recherche vise à identifier les conceptions d'élèves sénégalais du troisième cycle du primaire au regard des sciences et de la technologie et leur influence potentielle sur l'apprentissage de ces disciplines. Les différents instruments de collecte de données permettent d'identifier les conceptions d'élèves sénégalais du troisième cycle du primaire au regard des sciences et de la technologie et leur influence potentielle sur l'apprentissage de ces disciplines. La participation des élèves est entièrement volontaire et le traitement des données sera totalement confidentiel. Comme inconvénient, l'élève sera observé pendant le cours et sollicité après pour un entretien individuel et pour participer à un focus groupe, ce qui peut créer un effet halo et représenter une surcharge de travail pour lui. Trois interventions sont prévues par le chercheur (entretien semi-dirigé, groupe de discussion focalisée, observation de leçon). Ce qui nous intéresse c'est d'identifier les conceptions initiales des élèves vis-à-vis des notions scientifiques et technologiques étudiées et leurs influences potentielles sur l'apprentissage des sciences et de la technologie auprès des participants.

Autorisation de la direction d'établissement scolaire

Je déclare avoir pris connaissance des informations et des inconvénients ci-dessus à propos de cette recherche.

- Après réflexion, j'autorise la classe de 6^e année de l'école (nom) _____ à participer librement à l'étude
- Je ne souhaite pas que l'école (nom) _____ participe à l'étude.

Nom en lettre moulée et signature de la direction de l'établissement scolaire

Fait à Dakar, le

*Responsable à contacter : El Hadji Mouhamadou DIEYE
Doctorant à l'Université du Québec à Trois-Rivières
el.hadji.mouhamadou.dieye@uqtr.ca*

ANNEXE 5 : CERTIFICAT ETHIQUE

3935

UQTR



Savoir.
Surprendre.

CERTIFICAT D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE AVEC DES ÉTRES HUMAINS

En vertu du mandat qui lui a été confié par l'Université, le Comité d'éthique de la recherche avec des êtres humains a analysé et approuvé pour certification éthique le protocole de recherche suivant :

Titre : Étude des conceptions initiales d'élèves sénégalais du troisième cycle du primaire au regard des sciences et de la technologie

Chercheur(s) : EL Hadji Mouhamadou DIEYE
Département des sciences de l'éducation

Organisme(s) : Aucun financement

N° DU CERTIFICAT : CER-22-288-07.04

PÉRIODE DE VALIDITÉ : Du 08 juin 2022 au 08 juin 2023

En acceptant le certificat éthique, le chercheur s'engage à :

- Aviser le CER par écrit des changements apportés à son protocole de recherche avant leur entrée en vigueur;
- Procéder au renouvellement annuel du certificat tant et aussi longtemps que la recherche ne sera pas terminée;
- Aviser par écrit le CER de l'abandon ou de l'interruption prématurée de la recherche;
- Faire parvenir par écrit au CER un rapport final dans le mois suivant la fin de la recherche.

Me Richard LeBlanc
Président du comité

Fanny Longpré
Secrétaire du comité

Décanat de la recherche et de la création **Date d'émission :** 08 juin 2022

ANNEXE 6 : CONSENTEMENT DU PARENT OU DU TUTEUR LEGAL



CONSENTEMENT DU PARENT OU DU TUTEUR LÉGAL

Engagement du chercheur

Moi, El Hadji Mouhamadou Dièye, m'engage à procéder à cette étude conformément à toutes les normes éthiques qui s'appliquent aux projets comportant la participation de sujets humains.

Consentement du parent ou du tuteur légal

Je soussigné, , confirme avoir lu et compris la lettre d'information au sujet du projet de recherche portant sur *l'étude des conceptions initiales d'élèves sénégalais du troisième cycle du primaire au regard des sciences et de la technologie*. J'ai bien saisi les conditions, les risques et les bienfaits éventuels de la participation de mon enfant à cette étude. Le chercheur responsable a répondu à toutes mes questions à mon entière satisfaction. J'ai aussi disposé de suffisamment de temps pour réfléchir à ma décision de laisser mon enfant participer ou non à cette recherche. Je comprends que la participation de mon enfant est aussi entièrement volontaire et que je peux décider de qu'il se retire de la recherche en tout temps, sans aucun préjudice.

- Je consens que mon enfant soit enregistré.
- J'accepte que les données recueillies au sujet de mon enfant soient utilisées par le chercheur dans le cadre de sa recherche
- Je m'engage à respecter la confidentialité des participants et des renseignements partagés lors du groupe de discussion que mon enfant pourrait éventuellement me dire.

J'accepte donc librement de laisser participer mon enfant à ce projet de recherche

Parent ou tuteur légal de l'élève :	Chercheur :
Signature :	Signature :
Nom :	Nom :
Date :	Date :

ANNEXE 7 : CONSENTEMENT DE L'ENSEIGNANT



CONSENTEMENT DE L'ENSEIGNANT

Engagement du chercheur

Moi, El Hadji Mouhamadou Dièye, m'engage à procéder à cette étude conformément à toutes les normes éthiques qui s'appliquent aux projets comportant la participation de sujets humains.

Consentement du participant

Je soussigné, , confirme avoir lu et compris la lettre d'information au sujet du projet de recherche portant sur *l'étude des conceptions initiales d'élèves sénégalais du troisième cycle du primaire au regard des sciences et de la technologie*. Le chercheur principal a répondu à toutes mes questions à mon entière satisfaction. J'ai disposé aussi de suffisamment de temps pour réfléchir à ma décision de participer ou non à cette recherche. Je comprends que ma participation est entièrement volontaire et que je peux décider de me retirer en tout temps, sans aucun préjudice.

- Je consens à être enregistré.
- J'accepte que les données recueillies à mon sujet soient utilisées par le chercheur dans le cadre de sa recherche
- +Je m'engage à respecter la confidentialité des participants, des renseignements et des opinions partagés lors de la leçon.

J'accepte donc librement de participer à ce projet de recherche

Participant:	Chercheur :
Signature :	Signature :
Nom :	Nom :
Date :	Date :

BIBLIOGRAPHIE

- Académie des Sciences et Académie des Technologies de France. (2020). *Science et technologie à l'école primaire : un enjeu décisif pour l'avenir de futurs citoyens*. Paris : AS.
- Académie Nationale des Sciences et Techniques du Sénégal [ANSTS]. (2013). *Situation de l'enseignement des sciences et de la technologie au Sénégal : États des lieux et perspectives*. Dakar : ANSTS.
- Adams, B., Ashe, K., Baek, J., Cantu, A., Chhin, C., Carruthers, J., Zia, L. (2018). *Charting a course for success: America's strategy for STEM education*. New York: Committee on STEM Education of the National Science & Technology Council.
- Ailincai, R., & Gabilon, Z. (2018) *Représentations sur l'usage du numérique en classe. Entretiens avec 16 enseignants du 1^{er} degré en Polynésie française*. Colloque ÉTIC3, 27, 28 et 29 juin 2018. Paris, Université Paris Descartes.
- Alci, B. (2015). The influence of self-efficacy and motivational factors on academic performance in general chemistry course: A modeling study. *Educational research and reviews*, 10(4), 453-461.
- Allal, L. (2007). Évaluation dans le contexte de l'apprentissage situé: peut-on concevoir l'évaluation comme un acte de participation à une communauté de pratiques? In M. Behrens, *La qualité en éducation: pour réfléchir à la formation de demain* (pp.39-56). Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Anadón, M. (2006). La recherche dite « qualitative » : de la dynamique de son évolution aux acquis indéniables et aux questionnements présents. *Recherches qualitatives*, 26(1), 5-31.
- Artigue, M. (1988). Ingénierie didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 9(3), 281-308.
- Astolfi, J. P., Darot, E., & Ginsburger-Vogel, Y. (1997). *Mots-clés de la didactique des sciences : repères, définitions, bibliographies*. De Boeck Supérieur.
- Astolfi, J.-P., Peterfalvi, B., et Vérin, A. (2006). *Comment les enfants apprennent les sciences ?* (2^e éd.). Paris : Retz.
- Baboya, E. A. (2008). *Le vocabulaire scientifique dans les langues africaines: Pour une approche culturelle de la terminologie*. Paris: Karthala Editions.
- Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*, Paris : Vrin.
- Bächtold, M. (2013). *Quelle épistémologie pour la didactique de la physique ? Éléments de réflexion sur la domination du constructivisme*. In H. Galli et al. (eds.), *Les didactiques au prisme de l'épistémologie : une approche plurielle* (pp. 55-68). Dijon : Éditions Universitaires de Dijon.
- Balacheff, N. (1995). Conception, connaissance et concept. In *Séminaire de l'équipe DidaTech*, IMAG (pp. 219-244). IMAG Grenoble.
- Bardin, L. (1977). *L'analyse de contenu*. Paris : Presses Universitaires de France (PUF).
- Bardin, L. (2001). *L'analyse de contenu* (10^e éd.). Paris : Presses Universitaires de France (PUF), 93-117.
- Baribeau, C. (2009). Analyse des données des entretiens de groupe. *Recherches qualitatives*, 28(1), 98-114.

- Baribeau, C., & Royer, C. (2012). L'entretien individuel en recherche qualitative : usages et modes de présentation dans la Revue des sciences de l'éducation. *Revue des sciences de l'éducation*, 38(1), 23-45.
- Béty, M-N. (2009). *Les principaux modèles de changement conceptuel et l'enseignement des sciences au primaire : état de la question*. (Mémoire de maîtrise inédit). Montréal, Université du Québec à Montréal.
- Béty, M. N. (2013). *Conception et mise à l'essai d'un dispositif de formation portant sur le changement conceptuel en électricité et destiné aux enseignants du primaire* (Thèse de doctorat inédite). Montréal, Université du Québec à Montréal.
- Blanchard-Laville, C. (2013). Du rapport au savoir des enseignants. *Journal de la psychanalyse de l'enfant*, 3(1), 123-154.
- Boilevin, J-M (2013). *Rénovation de l'enseignement des sciences physiques et formation des enseignants : regards critiques*. Bruxelles : De Boeck.
- Bourny, G., Fumel, S., Keskpaik, S et Trosseille, B. (2013). *L'évolution des acquis des élèves de 15 ans en compréhension de l'écrit et en culture scientifique*. Premiers résultats de l'évaluation internationale PISA 2012, MEN (Paris), Volume 30, pp. 1-5.
- Boutin, G. (2007). *L'entretien de groupe en recherche et formation*. Montréal, QC: Éditions Nouvelles.
- Caron, A. H., et Caronia, L. (2005). La vie des technologies au quotidien. In *Culture mobile : Les nouvelles pratiques de communication*. Presses de l'Université de Montréal. pp. 75-99.
- Castéra, J., Munoz, F., & Clément, P. (2007). Les conceptions d'enseignants du primaire et du secondaire sur le déterminisme biologique de la personnalité humaine dans 12 pays d'Europe, d'Afrique et du Moyen Orient. In Congrès international AREF 2007 (Actualité de la Recherche en Education et en Formation).
- Caune, J. (2008). La culture scientifique : une médiation entre sciences et société. *Lien social et Politiques*, (60), 37-48.
- Champsaur, P., & Ménager, E. (2013). *La modélisation au cœur de l'apprentissage des sciences expérimentales : la digestion*. (Mémoire inédit Professionnel Master MES). Grenoble : IUFM de Grenoble.
- Charpak, G., Léna, P., & Quéré, Y. (2005). *L'Enfant et la Science : L'aventure de La main à la pâte*. Paris, Odile Jacob.
- Chateigner, G., Morel, N. et Taillard, P. (2009). Les dimensions éducatives d'une culture technologique. *Technologie*, (161), 8-13.
- Clément, P. (2001). Epistemological, didactical and Psychological obstacles: The example of digestion/excretion, *Science Education Research in the knowledge based society*. Thessalonique: Proceedings ESERA, p. 347-349.
- Clément, P. (2003). Situated conceptions and obstacles: The example of digestion/excretion, In D. Psillos et al. (Eds) Kluwer Academic Publishers.
- Commission européenne (2008). *Rapport analytique sur les jeunes et la science*. Paris : OCDE.
- CNPDEST (2010). *Programme indicatif national pour la rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie (PINREST) : du préscolaire au supérieur*. Dakar : MEN.
- Costamagno, S. (2014). Histoire de l'alimentation humaine: entre choix et contraintes. In *Actes du 138^e Congrès national des sociétés historiques et scientifiques*. CTHS.

- Couture, C. (2002). *Étude du processus de co-construction d'une intervention en sciences de la nature au primaire par une collaboration praticien-chercheur*. (Thèse de doctorat inédite). Chicoutimi, Université du Québec à Chicoutimi.
- Crotty, M. (1998). *The foundations of social research: Meaning and perspective in the research process*. CA : Sage
- CST (2004). *La culture scientifique et technique : une interface entre les sciences, la technologie et la société (Rapport de conjoncture)*. Québec, Éditions Multimondes.
- Da Matta, R. (1993). Treize points barrés autour de la culture populaire. *Annuaire anthropologique*, 17 (1), 49-67.
- Darley, B. (2007). La démarche d'investigation et son vocabulaire. *Grand N*, 79, 99-111.
- De Garine, I. (1994). *The Diet and Nutrition of Human Populations*. In : Ingold T. (Ed.) *Companion Encyclopedia of Anthropology: Humanity, Culture and Social Life*. Londres, Routledge
- De Garine, I. (1991). Les interdits alimentaires d'origines sociale et religieuse. *La Revue du Praticien* 11 : 973-977
- De Vecchi, G. et Giordan, A. (1989). *L'enseignement "scientifique" : comment faire pour que ça marche*". Paris : Delagrave.
- De Vecchi, G. (2010). *Aider les élèves à apprendre*. Paris, Hachette éducation.
- Désautels, J., et Laroche, M. (1992). Autour de l'idée de science. Itinéraires cognitifs d'étudiants. Bruxelles, De Bœck.
- Désautels, J., et Laroche, M. (1993). Constructivistes au travail: propos d'étudiants et d'étudiantes sur leur idée de science. *Aster: Recherches en didactique des sciences expérimentales*, 17(1), 13-40.
- Désautels, J., Laroche, M., Gagné, B., & Ruel, F. (1993). La formation à l'enseignement des sciences: le virage épistémologique. *Didaskalia*, 1(1), 49-67.
- Develay, M. (1992). *De l'apprentissage à l'enseignement*. Paris, ESF.
- diSessa, A. A. (1988). *Knowledge in pieces*. Dans G. Forman et P. B. Pufall (dir.), *Constructivism in the Computer Age* (p. 49-70). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- diSessa, A. A. (1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, 10 (2 et 3), 105-225.
- diSessa, A. A. (2006). A history of conceptual change research. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 265-281). New York, NY: Cambridge University Press
- diSessa, A. A., & Sherin, B. L. (1998). What changes in conceptual change? *International Journal of Science Education*, 20(10), 1155-1191.
- Drapeau, M. (2004). Les critères de scientifcité en recherche qualitative. *Pratiques psychologiques*, 10(1), 79-86.
- Dolbec, A. et Clément, J. (2000). La recherche-action. In T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (Dir.), *Introduction à la recherche en éducation* (p.199-224). Sherbrooke : Éditions du CRP.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.

- Durkheim, É. (1898). Représentations individuelles et représentations collectives. In : *Revue de métaphysique et de morale*, 6(3), 273-302.
- Duveen, G. (1999). Le développement des représentations sociales chez les jeunes enfants : un exemple, le genre. In Rouquette, M.-L. et Garnier, C. (dir.). *La genèse des représentations sociales*. Montréal : Éditions nouvelles. 114-135
- Doise, W. (1989). Attitudes et représentations sociales. In : Jodelet, D. (éd.) *Les Représentations sociales*. Paris : PUF, p. 220-238.
- Elias, S. (2021). *Effet de l'utilisation de deux outils d'apprentissage sur les représentations cognitives de l'anatomie et du fonctionnement de l'appareil digestif de l'homme chez les élèves de 3^e année générale*. URL permanente : <http://hdl.handle.net/2268.2/13418>
- Encaoua, D. (2010). Interactions science-technologie : quelles politiques publiques ? *Revue française d'économie*, 25(4), 75-119.
- Erny, P. (1985). *L'enfant et son milieu en Afrique Noire*. Paris : L'Harmattan.
- Erny, P. (1987). *Essai sur l'éducation en Afrique noire*. Paris : L'Harmattan.
- Fontana, A., et Frey, J. (1994). *The art of science. The Handbook of Qualitative Research*, 361376.
- Fischer, G. N. (1987). *Les concepts fondamentaux de la psychologie sociale*. Montréal : Presses de l'université de Montréal
- Fortin, M-F. et Gagnon J. (2016). *Fondements et étapes du processus de recherche : méthodes quantitatives et qualitatives*. Québec: Éditions Chenelière Éducations.
- Foster, E. (2010). *A New Equation: How Encore Careers in Math and Science Education Equal More Success for Students*. Washington, D.C: National Commission on Teaching and America's Future.
- Freud, S. (1981). Le moi et le ça. In : *Essais de psychanalyse*, Paris : Fayot.
- Gareau, A. (2014). *Utilisation interactive du tableau numérique interactif : situation d'enseignants québécois de sciences et technologie au secondaire* (mémoire de maîtrise inédit). Trois-Rivières, Université du Québec à Trois-Rivières. Repéré à <http://depot-e.uqtr.ca/7390/1/030775482.pdf>.
- Gauthier, D., Garnier, C., & Marinacci, L. (2005). Les représentations sociales de l'enseignement et de l'apprentissage de la science et de la technologie d'élèves et d'enseignants du secondaire. *Journal international sur les représentations sociales*, 2(1), 20-32.
- Giordan, A. (1989). Vers un modèle didactique d'apprentissage allostérique. Dans N. Bednarz et C. Garnier (dir.), *Construction des savoirs : obstacles et conflits* (p. 240-257). Montréal, QC : Éditions Agence d'ARC.
- Giordan, A. (1993). Les conceptions des apprenants. *La pédagogie : une encyclopédie pour aujourd'hui*, 259-274.
- Giordan, A. (1994). *Le modèle allostérique et les théories contemporaines sur l'apprentissage. Conceptions et connaissances*. Berne, Peter Lang.
- Giordan, A. (1996). Représentations et conceptions in Représentations et conceptions en didactique, Regards croisés sur les STAPS sous la dir. de J-P. Clément, CIRID/CRDP d'Alsace.
- Giordan, A. (2002). *Apprendre*. Paris: Belin.

- Giordan, A. et de Vecchi, G. (2010). *L'enseignement scientifique : comment faire pour que « ça marche » ?* Paris : Delagrave Edition.
- Giordan, A., & Pellaud, F. (2004). La place des conceptions dans la médiation de la chimie. *L'actualité Chimique*, 280, 49-52.
- Gohier, C. (2004). De la démarcation entre critères d'ordre scientifique et d'ordre éthique en recherche interprétative. *Recherches qualitatives*, 24, 3-17.
- Guba, E. G. (1981). Criteria for assessing the trustworthiness of naturalistic inquiries. *Educational technology research and development*, 29(2), 75-91.
- Guba, E. G., et Lincoln, Y. S. (1982). Epistemological and methodological bases of naturalistic inquiry. *Ectj*, 30(4), 233-252.
- Lincoln, Y.S. et Guba, E.G. (1985). *Enquête naturaliste*. London Sage Publications.
- Guba, E.G. et Lincoln, Y.S. (2005). Paradigmatic controversies, contradiction and emerging confluences. Dans N. Denzin et Y.S. Lincoln (dir.). *Sage handbook of qualitative research* (3^e éd.). Thousand Oaks, CA : Sage Publications.
- Halhal, S. (2015). La pensée critique en éducation : le point de vue herméneutique. *Revue canadienne des jeunes chercheur (e)s en éducation.*, 6(1) 111-120.
- Harlen, W. et Jelly, Sh. (2000). *Vivre des expériences en sciences et en technologie avec des élèves du primaire*. Québec : Editions du renouveau Pédagogique.
- Hasni, A. et Potvin P. (2015). L'intérêt pour les sciences et la technologie à l'école : résultats d'une enquête auprès d'élèves du primaire et du secondaire au Québec. Université de Sherbrooke : CRIJEST.
- Hatano, G., et Inagaki, K. (1997). Qualitative changes in intuitive biology. *European Journal of Psychology of Education*, 12, 111-130.
- Institut National d'Étude et d'Actions pour le développement de l'Éducation (2013). Système National d'Évaluation des Rendements Scolaires. Dakar, INEADE.
- Institut National d'Étude et d'Actions pour le développement de l'Éducation (2017). *Système National d'Évaluation des Rendements Scolaires*. Dakar, INEADE.
- Jäggi, L., et Stutz, F. (2020). *L'observation en sciences pour transformer les conceptions initiales des élèves*.
- Jodelet, D. (1989). *Les représentations sociales*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Jonnaert, P., et Masciotra, D. (2007). *Socioconstructivisme et logique de compétences pour les programmes d'études. Observer les réformes en éducation*, Québec, Presses de l'Université du Québec, 53-75.
- Joiris, D. V. (1997). *La nature des uns et la nature des autres*. Mythe et réalité du monde rural face aux aires protégées d'Afrique centrale (No. 44, pp. 94-103). *Université Libre de Bruxelles*.
- Kahn, P. et Léna, P. (2005). *Sciences à l'école : quelle histoire*. Paris : INRP-Académies des Sciences.
- Kamian, B. (1974). Éducation et culture en Afrique. Contribution à la révision des objectifs d'Addis-Abeba. *Perspectives. Revue trimestrielle de l'éducation*, 4(3), 447-457.
- Kane, S. (2003). *Enquête préliminaire pour la recherche des types d'expériences réalisées par les professeurs dans l'enseignement des sciences physiques au niveau du collège et du lycée*. Inédit. E.N.S de Dakar. Département de sciences physiques.

- Kant, E. (2001). *Critique de la raison pure (1781-1787)*. Tremesaygues y B. Pacaud (trad.), Paris, PUF.
- Karsenti, T., et Savoie-Zajc, L. (2011). *La recherche en éducation : étapes et approches* (éd. 3^e édition). Montréal : Éditions du renouveau pédagogique inc.
- Kelani, R. R., Gado, I., et Oke, E. (2016). Utilisation des cahiers d'activités dans l'enseignement des sciences en république du Bénin : quel impact sur l'apprentissage scolaire ? *Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé*, 18(4), 171-183.
- Krueger, R. A. (1994). *Focus group. A practical guide for applied research (2nd ed)*. Thousands Oaks : Sage.
- Lafortune, L., et Deaudelin, C. (2001). *Accompagnement Socioconstructiviste : Pour S'approprier une Réforme en Éducation* (Vol. 3). PUQ.
- Lachapelle, C. P., Hertel, J. D., Jocz, J., & Cunningham, C. M. (2013). Measuring students' naïve conceptions about technology. In *NARST Annual International Conference, Rio Grande, Puerto Rico*.
- Lanoue, C. (2013). Effet des services d'animation pédagogique d'un musée scientifique sur l'évolution des conceptions des élèves du deuxième cycle du primaire: proposition d'un devis de recherche. In L. Dionne, L. Trudel & G. Reis (éd.), *Partenariats entre milieux éducatifs pour l'essor de l'éducation scientifique: recherches et pratiques novatrices*. Québec: Presses de l'Université de Laval.
- Laliberté, B. (2013). *Incidence du raisonnement analogique et des croyances épistémiques sur le changement conceptuel intentionnel en apprentissage des sciences au primaire: exploration de la flottaison* (Doctoral dissertation, Université du Québec à Trois-Rivières).
- Laliberté, B. (2015). *Vivre les sciences et la technologie au primaire*. Québec : Chenelière Éducation.
- Laplante, B. (1997). Le constructivisme en didactique des sciences-dilemmes et défis. *Éducation et francophonie*, 25(1), 156-170.
- Lebeaume, J. (2008). *L'enseignement des sciences à l'école : des leçons de choses à la technologie*. Paris : Delagrave.
- L'Écuyer, R. (1987). L'analyse de contenu : notion et étapes. In Deslauriers, J.-P. (Éd.), *Les Méthodes de la recherche qualitative* (pp. 49-65). Québec : Presses de l'Université du Québec.
- L'Écuyer, C. (2019). Cultiver l'émerveillement et la curiosité naturelle de nos enfants, Paris : Éditions Eyrolles.
- Legendre, R. (2005). *Dictionnaire actuel de l'éducation*. (3^e édition), Montréal, Guérin.
- Lévi-Strauss, C. (1962). *La pensée sauvage*. Paris: Plon.
- Lincoln, Y. S., Lynham, S. A., & Guba, E. G. (2011). Paradigmatic controversies, contradictions, and emerging confluences, revisited. *The Sage Handbook of Qualitative Research*, 4, 97-128.
- Loubaki, GN, Potvin, P., Hijazi, LR et Vàzquez-Abad, J. (2015). *Diagnostic des conceptions en sciences susceptibles d'expliquer les différences de performances à une évaluation internationale entre le Québec et le Maroc. Éducation comparée et internationale*, 44 (1), article 3.

- Megalakaki, O., et Fouquet, N. (2009). Conceptions naïves de la digestion chez les enfants de 7 à 10 ans [Children's naïve conceptions of digestion]. *Enfance*, 61(2), 159–179. <https://doi.org/10.4074/S0013754509002018>.
- MEN/OCDE (2018). *L'éducation au Sénégal : résultats de l'enquête PISA-D 2017*. Dakar : MEN.
- MENET/IFADEM. (2014). Les sciences et technologie à l'école primaire : résoudre les difficultés linguistiques liées à l'acquisition des concepts – conduire une démarche expérimentale. Abidjan, MENET.
- Mignon, J., & Closset, J. L. (2004). Recherches en didactique de la Biologie consacrées à l'évolution biologique. *Probio-Revue*, 4, 217-231.
- Miller, J. D., Scott, E. C., et Okamoto, S. (2006). Public acceptance of evolution. *Science*, 313(5788), 765-766.
- Ministère de l'éducation, chargé de l'enseignement préscolaire, de l'élémentaire et du moyen (MECEPEM) (2006). *Guide pédagogique de la première étape CI-CP*. Dakar : MECEPEM.
- Ministère de l'éducation, chargé de l'enseignement préscolaire, de l'élémentaire et du moyen (MECEPEM) (2006). *Guide pédagogique de la deuxième étape CE1-CE2*. Dakar : MECEPEM.
- Ministère de l'éducation, chargé de l'enseignement préscolaire, de l'élémentaire et du moyen (MECEPEM) (2008). *Guide pédagogique enseignement élémentaire 3^e étape CM1-CM2*. Dakar : MECEPEM.
- Ministère de l'éducation, chargé de l'enseignement préscolaire, de l'élémentaire et du moyen (MECEPEM) (2010). *Guide pédagogique pour les classes du préscolaire à l'élémentaire*. Dakar : MECEPEM.
- Ministère de l'Éducation Nationale du Sénégal (MEN). (2012). *Programme d'Amélioration de la Qualité, de l'Équité et de la Transparence 2012-2025*. Dakar : MEN.
- Ministère de l'Éducation Nationale du Sénégal (MEN) (2014a). *Assises de l'éducation du Sénégal : Rapport Général*. Dakar, MEN.
- Ministère de l'Éducation Nationale du Sénégal (MEN). (2014b). *Rapport national sur la situation de l'Education, 2013*. Dakar : MEN.
- Ministère de l'Éducation Nationale du Sénégal (MEN). (2015). *Rapport national sur la situation de l'Education., 2014*. Dakar : MEN.
- Ministère de l'Éducation Nationale du Sénégal (MEN). (2016). *Rapport national sur la situation de l'Education., 2015*. Dakar : MEN.
- Ministère Éducation Nationale du Sénégal (MEN). (2017). *Rapport national sur la situation de l'Education., 2016*. Dakar : MEN
- Ministère de l'Éducation Nationale du Sénégal (MEN). (2018). *Rapport national sur la situation de l'Education, 2017*. Dakar : MEN.
- Ministère de l'Éducation Nationale du Sénégal (MEN). (2019). *Programme d'appui au développement de l'éducation au Sénégal (2019-2023)*. Dakar, MEN.
- Ministère de l'Éducation du Québec. (2006). *Programme de Formation de l'École Québécoise : enseignement préscolaire et primaire*. Québec : Bibliothèque Nationale du Québec.

- Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (MESR). (2013). *Rapport Général de la Concertation Nationale sur l'Avenir de l'Enseignement Supérieur*. Dakar : MESR.
- Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (MESR). (2023). Plan Stratégique National de la Recherche et de l'Innovation (MESRI). Dakar.
- Miron, J. M. (2004). Les services préscolaires et la famille : un partenariat à créer. *Le monde du préscolaire*, 225-244.
- Montpied, P., Hiolle, V., Gras, R., & Tiberghien, A. (2011). Profils d'attitudes et orientations motivationnelles : les dynamiques d'engagement à l'égard des sciences chez des élèves de troisième, de seconde et de première. *Éducation et didactique*, 5(1), 45-70.
- Moumouni, A. (1964). *L'éducation en Afrique*. Paris : Présence africaine.
- Morin, M. (2016). L'importance de prendre en compte les conceptions initiales pour construire un concept scientifique. *Education*. URL: <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01386711>. Consulté le 11/01/2019.
- Morgan, D. L. (1997). *Focus groups as qualitative research*. Thousands Oaks: Sage.
- Moscovici, S. (1976). *La Psychanalyse, son image et son public*. Paris : PUF (édition refondue).
- Mucchielli, A. (2001). *La psychologie sociale*. Paris : Hachette.
- Mucchielli, R. (2006). *L'analyse de contenu : des documents et des communications avec un plan d'autoformation et des exercices corrigés*. Paris, ESF éd.
- Mujawamariya, D. (2000). De la nature du savoir scientifique à l'enseignement des sciences: L'urgence d'une approche constructiviste dans la formation des enseignants de sciences. *Éducation et francophonie*, 28(2), 148-163.
- Mujawamariya, D., et Guilbert, L. (2002). L'enseignement des sciences dans une perspective constructiviste: vers l'établissement du rééquilibre des inégalités entre les sexes en sciences. *Recherches féministes*, 15(1), 25-45.
- Mvé Ondo, B. (2004). Quelle science pour quel développement en Afrique ? Hermès, *La Revue*, 40(3), 210-215.
- Naud, S., Sander, E., & Benetos, K. (2023). Usage pédagogique des analogies dans l'enseignement supérieur. *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, 39 (2), 1-22.
- National Governor's Association. (2007). *Building a science, Technology, Engineering and Math Agenda*. Washington: National Governor's Association Center for Best Practices
- National Science and Technology Council (2018). *Charting a course for success : America's strategy for STEM education* (A rapport by the Committee on STEM education of the National Science and Technology Council). Washington, D.C. : NSTC.
- Ndoye, A. K. (2010). Réflexions sur un classement international des établissements universitaires africains. *Revue internationale d'éducation de Sèvres*, (54), 117-125.
- Ngakoutou, T. (2004). *L'éducation africaine demain: continuité ou rupture?* Paris : L'Harmattan
- Niang, A. Y. (2022). LNiang, A. Y. (2022). La formation initiale des enseignants du primaire face à l'acquisition des compétences dans l'enseignement des sciences. LAKISA, (4), 69-81.
- Noupet Tatchou, G. (2004). *Conceptions d'élèves du secondaire sur le rôle de l'expérience en sciences physiques : cas de quelques expériences de cours en électrocinétique*. Mémoire de Diplôme d'Études Approfondies en Sciences de l'Education, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal.

- Nussbaum, J. et Novick, S. (1982). Cadres alternatifs, conflits conceptuels et accommodements : vers une stratégie d'enseignement fondée sur des principes. *Sciences pédagogiques*, 183-200.
- OCDE. (2008). « *Évolution de l'intérêt des jeunes pour les études scientifiques et technologiques* », (Rapport d'orientation). Paris : OCDE.
- Orange, C. (2002). Apprentissages scientifiques et problématisation. Les Sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle : *revue internationale*. (halshs-02429626)
- Orange, C. (2003). Débat scientifique dans la classe, problématisation et argumentation : le cas d'un débat sur la nutrition au cours moyen. *Aster*, 83-107.
- Ott, C. (2020). *Manger, c'est culturel*. Paris : HumenSciences.
- Ouarzeddine, A. (2019). Conceptions initiales des élèves et leur importance opérationnelle dans l'enseignement et l'apprentissage des sciences. *Educ recherche*, 9(2), 24-32.
- Özdemir, G., & Clark, D. B. (2007). An overview of conceptual change theories. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 3(4), 351-361.
- Paillé, P. Mucchielli. A (2008). *L'analyse qualitative en Sciences Humaines et Sociales*. Colin, Paris.
- Papi, S. (2012). Islam, laïcité et commensalité dans les cantines scolaires publiques. Ou comment continuer à manger ensemble “à la table de la République”? Hommes & migrations. *Revue française de référence sur les dynamiques migratoires*, (1296), 126-135.
- Patton, M. Q. (2002). Deux décennies de développements dans l'enquête qualitative : une perspective personnelle et expérientielle. *Travail social qualitatif*, 1(3), 261-283.
- Pebay-Peyroula, E. (2012). *La science : moteur de tous les progrès*. Communication présentée au Colloque de ANSTS et COPED. Dakar, ANSTS.
- Giordan, A., & Pellaud, F. (2004). La place des conceptions dans la médiation de la chimie. *L'actualité Chimique*, 280(281), 49-52.
- Pellaud, F., Eastes, R. E., & Giordan, A. (2005). Un modèle pour comprendre l'apprendre : le modèle allostérique. *Gymnasium helveticum*, 1(5), 18-24.
- Peretz, H. (2004). *Les méthodes en sociologie. L'observation Piaget J. (1967). Logique et connaissances scientifique*. Paris : Gallimard
- Piaget, J. (1967). *Logique et connaissance scientifique*. Paris : Gallimard
- Piaget, J. (1977). *La naissance de l'intelligence chez l'enfant* (Vol. 370). Paris : Delachaux et Niestlé.
- Planquois, C. (2013). Remédier à la désaffection des filières scientifiques et techniques par l'information sur les débouchés professionnels. Université de Caen Basse-Normandie. Observatoire Unicaen, *Espace orientation insertion*, 1-6.
- Pourtois, J.-P. et Desmet, H. (2007). *Épistémologie et instrumentation en sciences humaines*. Mardaga.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. et Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Potvin, P. (2011). *Manuel d'enseignement des sciences et de la technologie : Pour intéresser les élèves du secondaire*. Québec : Multimondes.

- Potvin, P. (2012). Changement conceptuel et/ou réforme de l'éducation : l'enseignement de la science et de la technologie en contexte de changement de paradigme pédagogique. In : Claude Daviau éd., *Écoles en mouvements et réformes : Enjeux, défis et perspectives* (pp. 65-80). Louvain-la-Neuve, Belgique : De Boeck Supérieur. doi:10.3917/dbu.charl.2012.01.0065.
- Portney, L. G., & Watkins, M. P. (2009). *Statistical measures of validity. Foundations of clinical research: Applications to practice.* 3rd ed. Upper Saddle River (NJ): Pearson/Prentice Hall, 644-53.
- Quivy, R., & Van Campenhoudt, L. (1996). *Manuel de recherche en sciences sociales.* Paris : Dunod.
- Raby, C., & Viola, S. (2016). *Modèles d'enseignement et théories d'apprentissage : De la théorie à la pratique (2^e éd.).* Anjou : Les éditions CEC.
- Rancher, C., Schneeberger, P., Lhoste, Y. (2015). Vers la caractérisation de processus d'acculturation scientifiques à l'école primaire. Analyse de situations en classe de CP portant sur la construction d'une conception scientifique du vivant. *Revue de recherches en éducation*, (55), p 139-164.
- Ratuva, S. (2010). La marchandisation des savoirs culturels – La science occidentale au service des grandes entreprises et les savoirs autochtones du Pacifique. *Revue internationale des sciences sociales*, 195(1), 179-190.
- Reuter, Y., Cohen-Azria, C., Daunay, B., Delcambre, I., et Lahanier-Reuter, D. (2007). *Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques.* Bruxelles : De Boeck.
- Rezabek, R. (2000). Online Focus Groups: Electronic Discussions for Research. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 1(1), Art. 18, <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs0001185>.
- Sall, A. O., et Dramé, M. (2021) Croyances, religions et coutumes dans le discours sur l'alimentation chez les wolof. *Beliefs, Religions And Customs In Wolof Food Discourse, Journal: Anadiss Issue No: 32*, pp. 129-146
- Samb, A. (2006). *Problématique de l'enseignement des sciences au Sénégal : cas de la Chimie.* Dakar : IREMP.
- Samson, G., Toussaint, R et Pallascio, R. (2004). Instruments de collecte et outils d'analyse qualitatifs : un défi pour évaluer la capacité à transférer. *Recherches qualitatives*, 24, 84-103.
- Sané, A. (2009). « L'enseignement des sciences au Sénégal devant des choix cruciaux », *Revue internationale d'éducation de Sèvres*, (51), 67-77.
- Sané, A. et Mbodj, A. (2010). Évaluation du programme « la main à la pâte » au Sénégal (Rapport final). Dakar, CRDI.
- Sané, M. V. L., et Fam, C. (2021). Initiation à la science et à la technologie à l'école primaire. Critique d'un enseignement déficient, *Djiboul*, N°002, Vol.5, pp. 134-149
- Sauvageot-Skibine, M. (1991). La digestion au collège : transformation physique ou chimique ? In Aster, n°13, 1991. Respirer, digérer : assimilent-ils ? pp. 93-110; doi : 10.4267/2042/9098 https://www.persee.fr/doc/aster_0297-9373_1991_num_13_1_976
- Savoie-Zajc, L. (1996). Triangulation (technique de validation par). Dans A. Mucchielli (dir.), *Dictionnaire des méthodes qualitatives en sciences humaines et sociales* (p. 261-262). Armand Colin.

- Savoie-Zajc, L. (2004). *La recherche qualitative/interprétative en éducation*. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (dir.), *La recherche en éducation : étapes et approches* (p. 123-150). Sherbrooke, QC: Éditions du CRP.
- Savoie-Zajc, L. (2007). Comment peut-on construire un échantillonnage scientifiquement valide? *Recherches qualitatives* – Hors Série – numéro 5 – pp. 99-111 Actes du colloque Recherche qualitative : les questions de l'heure.
- Savoie-Zajc, L. (2009). L'entrevue semi-dirigée. *Recherche sociale : de la problématique à la collecte des données*, 5, 337-360.
- Savoie-Zajc, L. (2011). La recherche qualitative/interprétative. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (dir.), *La recherche en éducation : étapes et approches*. (p. 123-147). ERPI.
- Savoie-Zajc, L. (2018). La recherche qualitative/interprétative. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (dir.), *La recherche en éducation : étapes et approches*. (p. 191-217). Montréal, Presses de l'Université de Montréal.
- Savoie-Zajc, L. et Karsenti, T. (2011). La recherche qualitative/interprétative. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (dir.), *La recherche en éducation : étapes et approches*. (p. 123-147). ERPI.
- Savoie-Zajc, L. et Karsenti, T. (2018). La recherche qualitative/interprétative. Dans T. Karsenti et L. Savoie-Zajc (dir.), *La recherche en éducation : étapes et approches*. (p. 191-217). Montréal, Presses de l'Université de Montréal.
- Serres, M. (2000). *Premières rencontres d'Evian*. Evian : ARCHIPRESS. Récupéré de : http://www.archipress.org/?page_id=240.
- Simard, C., Harvey, L. et Samson, G. (2013). Épistémologie spécifique à la biologie : rapports aux savoirs disciplinaires et perspective d'obstacles à la compréhension du vivant. *Esprit Critique. Revue internationale de sociologie et de sciences sociales*, (17), 110-122.
- Simard, C., Harvey, L., & Samson, G. (2014). Regard multidimensionnel des conceptions du vivant: situation en contexte québécois. RDST. *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, (9), 79-102.
- Simard, C., Harvey, L., & Samson, G. (2015). Épistémologie de la biologie et conceptualisation du vivant chez des futurs enseignants et biologistes. In *SHS Web of Conferences* (Vol. 21, p. 01002). EDP Sciences.
- Sy, O. (2019). *Effet des pratiques enseignantes effectives sur l'intérêt des élèves sénégalais du cycle moyen à l'égard des sciences et de la technologie*. (Thèse de doctorat inédite). Montréal, Université du Québec à Montréal.
- Teixeira, F. M. (2000). What happens to the food we eat? Children's conceptions of the structure and function of the digestive system. *International Journal of Science Education*, 22(5), 507-520.
- National Governor's Association. (2007). *Building a science, Technology, Engineering and Math Agenda*. Washington: National Governor's Association Center for Best Practices
- Thomas, D. R. (2006). A general inductive approach for analyzing qualitative evaluation data. *American Journal of Evaluation*, 27(2), 237-246.
- Thouin, M. (2009). Les langages des sciences et des technologies : outils de communication et véhicules de la pensée. *Québec français*, (154), 117-119.

- Thouin, M. (2017). *Enseigner les sciences et les technologies au préscolaire et au primaire* (3^e éd.). Québec : Éditions MultiMondes.
- Thouin, M. (2020). La didactique: essentielle, mais menacée. *Didactique*, 1(1), 61-86.
- Toussaint, L. et Lavigne, A. (2001). *Apprentissage et enseignement des sciences et de la technologie au primaire*. Québec: Gaëtan Morin.
- Tsai, C. C., & Chou, C. (2002). Diagnosing students' alternative conceptions in science. *Journal of Computer Assisted Learning*, 18(2), 157-165.
- Tsai, C.C. et Wen, M. L. (2005). Research and trends in science education from 1998 to 2002: a content analysis of publication. In selected journals. *International Journal of Science Education*, 27(1), 3-14.
- UNESCO (2007). *Table ronde sur la science et la technologie au service du développement*. Paris : UNESCO
- Van der Maren, J.-M. (1996). Méthodes de recherche pour l'éducation (2^e éd.). Presses de l'Université de Montréal.
- Venturini, P. (2007). *L'envie d'apprendre les sciences : motivations, attitudes, rapport aux savoirs scientifiques*. Paris : Fabert
- Vessuri, H. (1994). L'institutionnalisation de la science. Salomon, J.-J., Sagasti, F. et Sachs-Jeantet, C. (Eds.), *La quête incertaine : Science, technologie, développement*. Paris, *Economica/UNU*, 177-212.
- Vessuri, H. (2001). Introduction : la science et ses cultures. *Revue internationale des sciences sociales*, (2), 199-206.
- Vinck, D. (2006). *Sciences et société : sociologie du travail scientifique*. Paris: Armand Colin
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45-69.
- Vosniadou, S. (2013). Changement conceptuel dans l'apprentissage et l'enseignement : l'approche de la théorie du cadre. In *Manuel international de recherche sur le changement conceptuel* (pp. 11-30). Routledge.
- Vosniadou, S., Vamvakoussi, X. et Skopeliti, I. (2008). The Framework Theory Approach to the Problem of Conceptual Change. In S. Vosniadou (dir.), *International Handbook of Research on Conceptual Change* (p. 3-34). New York, NY: Routledge.
- Waldrip, B. et Prain, V. (2006) Changing representations to learn primary science concepts. *Teaching Science: The Journal of the Australian Science Teachers Association* [serial online]. 52(4) 17-21.
- Wanlin, P. (2007). L'analyse de contenu comme méthode d'analyse qualitative d'entretiens : une comparaison entre les traitements manuels et l'utilisation de logiciels. *Recherches qualitatives*, 3(3), 243-272.
- Won, M, Yoon H, Treagust D. (2014) Students' learning strategies with multiple representations: Explanations of the human breathing mechanism. *Science Education* [serial online]; 98(5):840-866.