

Laboratoire de Recherche en Sciences de l'Éducation

LAKISA

Revue des Sciences de l'Éducation

e-ISSN: 2790-1270

p-ISSN: 2790-1262



N°10, Décembre 2025



**École Normale Supérieure
Université Marien Ngouabi**



LAKISA

Revue des Sciences de l'Éducation
Laboratoire de Recherche en Sciences de l'Éducation (LARSCED)
École Normale Supérieure (ENS)
Université Marien Ngouabi (UMNG)
e-ISSN : 2790-1270
p-ISSN : 2790-1262
DOI : <https://doi.org/10.55595/LAKISA>

Contact

<https://www.lakisa.larsced.cg>

E-mail :	revue.lakisa@larsced.cg	Tél :	(+242) 06 639 78 24
	revue.lakisa@umng.cg		

BP : 237, Brazzaville-Congo

Directeur de publication

MALONGA MOUNGABIO Fernand Alfred, Maître de Conférences (Didactique des disciplines), Université Marien NGOUABI (Congo)

Rédacteur en chef

BAYETTE Jean Bruno, Maître de Conférences (Sociologie de l'Éducation), Université Marien NGOUABI (Congo)

Comité de rédaction

ALLEMBE Rodrigue Lezin, Maître de Conférences (Didactique de l'Anglais), Université Marien Ngouabi (Congo)

EKONDI Fulbert, Maître de Conférences (Sciences de l'Éducation), Université Marien Ngouabi (Congo)

KIMBOUALA NKAYA, Maître de Conférences (Didactique de l'Anglais), Université Marien Ngouabi (Congo)

KOUYIMOUSSOU Virginie, Maître de Conférences (Sciences de l'Éducation), Université Marien Ngouabi (Congo)

LOUYINDOULA BANGANA YIYA Chris Poppel, Maître de Conférences (Didactique des disciplines), Université Marien Ngouabi (Congo)

MOUSSAVOU Guy, Maître de Conférences (Sciences de l'Éducation), Université Marien Ngouabi (Congo)

OKOUA Béatrice Perpétue, Maître de Conférences (Sciences de l'Éducation), Université Marien Ngouabi (Congo)

Comité scientifique et de lecture

ALEM Jaouad, Professeur-agrégé (Mesure et évaluation en éducation), Université Laurentienne (Canada)

ATTIKLEME Kossivi, Professeur Titulaire (Didactique de l'Éducation Physique et Sportive), Université d'Abomey-Calavi (Bénin)

BEOGO Joseph, Maître de Conférences (Politiques Éducatives), École Normale Supérieure de Koudougou (Burkina Faso)

DUPEYRON Jean-François, Maître de conférences HDR émérite (philosophie de l'éducation), université de Bordeaux Montaigne (France)

EWAMELA Aristide, Professeur Titulaire (Didactique des Activités Physiques et Sportives), Université Marien NGOUABI (Congo)

HANADI Chatila, Professeur d'Université (Sciences de l'Education- Didactique de Sciences), Université Libanaise (Liban)

HETIER Renaud, Professeur (Sciences de l'éducation), UCO Angers (France)

KPAZAI Georges, Professeur Titulaire (Didactiques de la construction des connaissances et du Développement des compétences), Université Laurentienne, Sudbury (Canada)

LAMARRE Jean-Marc, Maître de conférences honoraire (philosophie de l'éducation), Université de Nantes, Centre de Recherche en Education de Nantes (France)

LOMPO DOUGOUDIA Joseph, Maître de Conférence (Sciences de l'Education), Ecole Normale Supérieure de Koudougou (Burkina Faso)

LOUMOUAMOU Aubin Nestor, Professeur Titulaire (Didactique des disciplines, Chimie organique), Université Marien Ngouabi (Congo)

LOUSSAKOUMOUNOU Alain Fernand Raoul, Maître de Conférences (Grammaire et Linguistique du Français), Université Marien Ngouabi (Congo)

MANDOUMOU Paulin, Maître de conférences (Didactique des APS), Université Marien NGOUABI (Congo)

MASSOUMOU Omer, Professeur Titulaire (Littérature française et Langue française), Université Marien Ngouabi (Congo)

MBOE Gustave Georges, Maître de Conférences (Psychologie des Organisations), Université de Dschang (Cameroun)

MOPONDI BENDEKO MBUMBU Alexandre David, Professeur Ordinaire (Didactique des mathématiques), Université Pédagogique Nationale (République Démocratique du Congo)

NAWAL ABOU Raad, Professeur d'Université (Sciences de l'Education- Didactique des Mathématiques), Faculté de Pédagogie- Université Libanaise (Liban)

NDONGO IBARA Yvon Pierre, Professeur Titulaire (Linguistique et langue anglais), Université Marien Ngouabi (Congo)

NGAMOUNSIKA Edouard, Professeur Titulaire (Grammaire et Linguistique du Français), Université Marien Ngouabi (Congo)

ODJOLA Régina Véronique, Maître de Conférences (Linguistique du Français), Université Marien Ngouabi (Congo)

PAMBOU Jean-Aimé, Maître de Conférences (Sociolinguistique-Didactique du français langue étrangère et seconde- Grammaire nouvelle), Ecole Normale Supérieure du Gabon (Gabon)

PARÉ/KABORÉ Afsata, Professeur Titulaire (Sciences de l'éducation), Université Norbert Zongo à Koudougou (Burkina Faso)

RAFFIN Fabrice, Maître de Conférences (Sociologie/Anthropologie), Université de Picardie Jules Verne (France)

VALLEAN Tindaogo, Professeur Titulaire (Sciences de l'éducation), Ecole Normale Supérieure de Koudougou (Burkina Faso)

Bases et preuves d'indexations

Impact facteur (SJIF) : 6,921

https://www.isindexing.com/isi/journaldetails.php?id=23630 	https://sjifactor.com/passport.php?id=23609 
https://reseau-mirabel.info/revue/20227/LAKISA-Revue-des-Sciences-de-l-Education 	https://www.base-search.net/about/en/about_sources_date.php?search_source=Lakisa 
https://search.crossref.org/?from_ui=&q=lakisa&sort=score 	https://portal.issn.org/?q=api/search&search[]=MUST=allissnbis=%222790-1270%22&role[]=11&search_id=49258990# 
https://aurehal.archives-ouvertes.fr/journal/read/id/746880 	http://www.openarchives.org/Register/BrowseSites?viewRecord=https://www.lakisa.larsce.d.cg/index.php/lakisa/oai 

SOMMAIRE

Facteurs de décrochage et stratégies de résilience chez des auditeurs en formation continue à l'INFAS

N'faissoh Franck Stéphane N'GORAN, Dékonty Maryline Huguette KOULATE Épouse COSTAS-KABAS, Kouassi N'GORAN, N'guessan ANON.....1

Acquisition des concepts algorithmiques fondamentaux au secondaire : une analyse didactique et cognitive chez les élèves de la classe de 4ème au Cameroun

Janvier NGNOULAYE.....15

Adéquation formation-emploi au Burkina Faso : quelle pourrait être la contribution de l'approche par les compétences dans les formations professionnalisantes à l'université ?

Lucien ZAONGO 31

Le terrorisme dans le Sourou (Burkina Faso) : entre espoir et résilience des acteurs de l'éducation (2018-2024)

Yaya BAZIE, Jean Célestin KY.....39

Construction d'une matrice structurée d'aide à la définition en physique au collège

Kouakou Innocent KOFFI.....53

Effets néfastes d'usages du smartphone chez les apprenants de l'Institut Supérieur Pédagogique de Kinshasa/Gombe

Basile MULWANI MAKELELE, Noël BULA NDUNGU, Son PINDI MBUMBA, Becker SUNGA SUNGA, Florentin AZIA DIMBU.....67

Impact de l'utilisation de la méthode active sur les performances des élèves en mécanique en classe de seconde C dans certains lycées du Niger

Tidjani ABDOU HALIDOU, Mohamed Moussa SAGAYAR, Saïdou MADOUYOU.....79

Effets de l'usage du modèle didactico-pédagogique pour l'enseignement de la géométrie dans les lycées de Niamey (MoDiPEG) sur son acceptation par les enseignants

Ibrahima CAMARA, Mouhamadou HASSIROU, Ibro CHEKARAOU.....89

Analyse des représentations des élèves de troisième sur la notion de la pression atmosphérique dans les établissements de Niamey au Niger

Elh Chitou DAYABOU, Saïdou MADOUYOU, Ibro CHEKARAOU.....105

Enseignement-apprentissage des sciences de la vie et de la terre dans les lycées de Maradi et Niamey (Niger) : une analyse de la disponibilité et de l'utilisation du matériel didactique

Madalabi ADO ADAMOU, Moussa MOHAMED SAGAYAR, Bassirou ALHOU.....121

Pratiques de l'enseignement ordinaire des SVT dans les classes de terminale D au Niger : analyse des qualifications des enseignants, de leur préparation pédagogique et de leur engagement envers les élèves

Boubacar ANZA AMADOU, Moussa MOHAMED SAGAYAR, Bassirou ALHOU.....137

Usages des groupes WhatsApp dans la formation continue informelle des enseignants de SVT au Niger : interactions, perceptions et enjeux professionnels

Badio ISSAKA.....147

Le rôle des leaders éducatifs dans la construction de la culture distinctive des écoles et universités catholiques en République Démocratique du Congo

Blaise MOSENGO.....161

Les situations d'enseignement proposées par les Programmes des Domaines d'Apprentissage des Sciences en République Démocratique du Congo : cas de la numération en 7ème EB

Julien KIMENGELE WALUMONA.....173

Stratégies et techniques des fraudeurs lors des examens scolaires à grand tirage du Brevet d'Étude du Premier Cycle et du Baccalauréat session 2024, à Abidjan (commune d'Abobo)

N'guessan williams KOFFI, Souleymane KONATE.....187

Intelligence Artificielle et apprentissage au département d'anthropologie et de sociologie de l'université Alassane Ouattara

Moussa KONE 201

Primary education in Senegal in the age of multilingualism: issues, challenges and prospects

Jean Christophe FAYE 213

La régulation émotionnelle en contexte de résolution de problèmes mathématiques variée-t-elle selon le genre ? cas des élèves de terminale au Gabon

Stelly MBO'O NDZIME 225

Une réinsertion socio-familiale des Mineur(e)s sociaux exclu(e)s des centres de Caritas-Cotonou pour une autonomisation de la jeune fille

Sanctus Morand AVLESSI, Olushègun Rodrigue FATOMBI, Kanlé Jacqueline Clarisse NAPPORN.....237

Exigences éthiques de la responsabilité éducative : un appel à la conscience de l'éducateur pour sauver la personne en formation

Barnabé DENON.....247

Les difficultés de mise en œuvre de l'enseignement-apprentissage de la géographie physique en classe de Seconde au Niger

Assagaye AGAISSA, Ahamed DJIBO TCHIEMOGO.....255

Analyse de l'articulation entre formation académique et formation pratique des enseignants en formation à l'École Normale Supérieure (République du Congo)

Davins OKAYI NGOLABO, Nadège OKIEMY ANDISSA.....273

Les écoles béninoises face aux menaces terroristes dans le nord, cas de la commune de Kandi : défis, impact et perspectives

Florentine HOUEDENOU.....283

À propos de l'andragogie au Bénin : domaine encore à l'État de balbutiements

Fatahou DJIMA 295

Les déterminants pédagogiques de la complétion du e-learning à l'aune de l'engagement des apprenants

Raymond-Bernard AHOUANDJINO, Hana FOUGHALI, Manzama-Esso THON ACOHIN, Pamela APLOGAN, Mario P. H. LOKO.....305

Représentation sociale de l'école par les parents, genre des élèves et achèvement scolaire au Niger

Zakari MAHAMADOU 321

Retour d'expérience analysée sur la formation des enseignants de l'Université virtuelle de Côte d'Ivoire à l'ère de l'IA

Yadoho Noël COULIBALY 333

Les échanges verbaux des élèves des lycées de Brazzaville Zone 3 en situation de communication : une approche pluridimensionnelle de la langue

Marc MBOUNGOU, Alain Fernand Raoul LOUSSAKOUMOUNOU.....341

Analyse des dispositifs didactiques de construction des savoirs en arts plastiques Analysis of teaching methods for building knowledge in the visual arts

Camille HONVO 355

Enjeux et méthodes de l'enseignement de l'histoire en Seconde C en République du Congo : cas des lycées Émery Patrice Lumumba et Nganga Édouard

Foye Ornella MPASSI MADAMI, Dominique OBA.....365

Raisons du choix de la grossesse chez les étudiantes en année de licence dans les universités d'État au Cameroun : cas de l'Université de Dschang

Gustave Georges MBOE, Emilienne Anastasie EYAMBO ELAD, Chiayé Marie-Pauline SEKA.....375

La place des inspecteurs des collèges : entre supervision et amélioration de la qualité éducative à Brazzaville

Guy Joseph MOUSSAVOU.....391

Construction d'une matrice structurée d'aide à la définition en physique au collège

Kouakou Innocent KOFFI, Ecole Normale Supérieure d'Abidjan (Côte d'Ivoire)

E-mail : innocentkoffi@yahoo.fr

Résumé

Produire la signification d'un concept de la physique est un acte didactique que nous appelons la définition. Cette tâche est récurrente dans l'enseignement de la physique chimie au collège, mais elle reste peu encadrée par rapport à d'autres pratiques comme la démarche expérimentale. Ce travail s'est proposé de construire une démarche de définition au collège structurée par une matrice. Notre démarche est un développement théorique. Nous avons exploité la nature ontologique, épistémologique des objets curriculaires, la transposition didactique et les pratiques sociales de références en sciences. Nos réflexions aboutissent à la classification des objets d'apprentissage fondamentaux en électricité, puis à l'élaboration d'une matrice à six champs pour une définition structurée alignée sur les natures épistémologique et ontologique. Cette matrice est exploitée pour élaborer des définitions dans le domaine de l'électricité au collège. Ces résultats constituent des aides didactiques à trois niveaux. Ils facilitent la conceptualisation des objets d'apprentissage par les apprenants et renforcent l'objectivité dans les évaluations de connaissances centrées sur les définitions. Enfin ils proposent des facettes de définitions en électricité utilisables au collège et au lycée.

Mots clé : définir, transposition didactique, collège, aide didactique, électricité.

Construction of a structured matrix aid for definition in physics at middle school

Abstract

Producing the meaning of a physics concept is a didactic act that we call a definition. This task is common in the teaching of physics and chemistry at the middle school level, but it is less structured compared to other practices such as the experimental approach. This work aimed to construct a definition approach at the middle school level. Our approach is a theoretical development. We have explored the ontological and epistemological nature of curricular objects, didactic transposition, and reference social practices in science. Our reflections lead to the classification of fundamental learning objects in electricity, followed by the development of a six-field matrix for a structured definition aligned with ontological and epistemological natures. This matrix is used to formulate definitions in the field of electricity in middle school. These results provide teaching aids at three levels. They facilitate the conceptualization of learning objects by learners and reinforce objectivity in knowledge assessments centered on definitions. Finally, they offer facets of definitions in electricity usable at the middle school level.

Keywords: define, didactic transposition, middle school, didactic aid, electricity.

Introduction

Dans la communication de Koffi (2016), intitulée, transposition didactique et démarche de définition, l'auteur souligne qu'une part importante de l'enseignement de la physique-chimie au collège porte sur l'acquisition des connaissances de base. En effet, il soutient que les concepteurs des programmes utilisent des verbes d'actions rattachées au niveau connaissance de la taxonomie de Bloom pour écrire les habiletés à développer. L'opération cognitive

« définir » est une activité qui participe largement à la connaissance d'un objet, surtout dans l'appropriation des concepts de base. Ainsi de manière ordinaire, on note dans les programmes éducatifs des collèges, une abondance de demande de la définition des concepts de base. Cette tendance se justifie dans la mesure où l'apprenant très jeune, prend ses premiers contacts avec les concepts et les lois de la discipline enseignée. Cette pratique est une forme de transposition didactique qui contribue à une prise en main progressive de l'apprentissage permettant aux apprenants d'accéder aux champs théoriques plus complexes. Cette phase d'initiation à la culture scientifique par le bas est une nécessité didactique. Elle vise à permettre à l'apprenant d'amorcer une conceptualisation stable.

Par exemple, pour faire « connaître » efficacement les objets en électrocinétique aux jeunes adolescents, il revient à l'enseignant de mettre en place des dispositifs didactiques qui facilitent la construction et l'appropriation des définitions. La tâche professorale pour développer de telles micro compétences consiste à construire une transposition didactique interne appropriée. Il s'agit pour l'enseignant, sur le plan didactique, de créer un milieu didactique susceptible de porter la matrice et les contenus à mettre dans la définition. La définition est une tâche didactique, elle est un produit de la transposition didactique interne (Chevallard et Johsua, 1991) dont les acteurs sont l'enseignant et le groupe-classe. Dans le milieu didactique la définition n'est pas le seul acte didactique élaborée par l'enseignant de physique. Développer la démarche expérimentale et les démarches de résolution de problème font partie des tâches professorales. Quant à ces deux dernières pratiques, elles relèvent des procédures structurées et conventionnelles. En effet, elles sont construites en références aux pratiques expérimentales et de résolution de problèmes des chercheurs dans le domaine des sciences (Koffi, 2007, Boilevin 2005). Ces deux pratiques sont systématisées et routinières. Or contrairement aux démarches expérimentales et de résolution de problème qui s'adosent aux pratiques sociales de références des chercheurs en science, la définition quant à elle, n'est pas suffisamment encadrée par des repères didactiques et épistémologiques explicites en classe des sciences au collège et au lycée. Il est important pour l'enseignant dans la pratique de classe de se représenter clairement la procédure, la structure et les objets constitutifs de la définition. Dans la perspective d'une transposition didactique plus complète, les pratiques de la définition des concepts scientifiques au sein de la communauté scientifique en physique, doivent constituer des références à celles de la définition des objets de la physique au programme des classes de science au collège. Cet article cherche à développer une structuration des définitions qui prennent en compte à la fois, les pratiques sociales de références des savants en matière de définition, puis la nature et les contraintes liées à la progressivité et à la planification de l'objet à définir. La question à laquelle nous répondons est « quelle structure faut-il mobiliser pour construire une définition complexe d'un objet curriculaire au niveau du collège tout en minimisant les obstacles didactiques ? En d'autres termes, nous cherchons à mettre en place, une procédure, une structure et un contenu de la pratique de définition des objets d'enseignement en classe de science, en référence avec la pratique de définition en science. La méthodologie mobilisée est une combinaison d'analyses épistémologique et ontologique des objets d'enseignement de la physique ou de la chimie au collège. Ce travail qui s'inscrit dans une recherche théorique comporte un développement et une conclusion

Développement

Le développement théorique s'articule autour de trois points. D'abord l'approche conceptuelle de la définition est largement explorée. Fort de ces acquis, suis l'élaboration d'une structure explicite de la définition en physique. Enfin, des exemples permettent l'application de la matrice construite pour la définition de quelques objets curriculaires.

1. Approche conceptuelle de la définition

Ce travail s'inscrit dans une approche épistémologique et didactique à propos de la construction de la définition au collège. Dans la langue française, on définit un concept et on décrit un objet. Cette distinction primaire nous invite à nous interroger sur la nature ontologique des objets curriculaires. Définir, c'est expliquer la nature d'une chose par les attributs qui la distinguent. C'est également déterminer l'ensemble des caractères qui appartiennent à un concept. C'est aussi fixer les limites d'une chose ou la circonscrire en identifiant ce qui lui est à l'intérieur et ce qui est exclu. Sur le plan didactique, la définition d'un objet est une construction didactique mobilisant des signes, des symboles, des mots, des images, dans le but de le délimiter ou de créer son contour. La définition clarifie les idées et les concepts et fait mieux comprendre (Simard et al., 2010). Elle fait appel au langage naturel, aux dessins, aux formules qui jouent un rôle important pour l'assimilation de la culture scientifique.

La définition est une opération sous des contraintes multiples. Les contraintes liées au fait que la définition doit maintenir un type de relation avec le savoir savant et la pratique sociale de référence (Boilevin, 2005) pour conserver son statut de savoir scolaire institutionnalisé. Il existe également des contraintes liées à la nature ontologique des objets (Chi, Slotta et Leeuw, 1994), à la progressivité et à la programmabilité de l'acquisition du savoir (Paindroge, 2007).

1.1. Définir en physique

Pour Bachelard (1935), l'expérience fait corps avec la définition de l'être, et toute définition est une expérience et par conséquent, elle est fonctionnelle. Quant à Feynman et al. (1999), ils insistent sur la mesure, et admettent que la définition à la manière d'un dictionnaire reste insuffisante. D'un point de vue complémentaire, Fourez (1996) prolonge cette idée en soulignant que la définition se construit à l'intérieur d'un cadre théorique qui lui donne ses limites et que la théorie permet de définir les objets standardisés. Les chercheurs, Robardet et Guillaud (1997), estiment qu'une définition opératoire en physique est une définition qui comporte la description d'un procédé régulier pour repérer, mesurer, atteindre et identifier le concept défini. Ils soulignent également que toute définition est portée par une théorie qui la précède et prend sens dans une activité expérimentale.

Les auteurs s'accordent que dans la sphère savante, la mesure, l'expérience, la théorie et la définition sont intrinsèquement liées. Ainsi le milieu porteur de la définition est le milieu expérimental destiné à produire de la mesure pour aboutir à l'établissement des relations quantitatives, formant la définition. Par exemple, la définition formelle de la force (Lindemann, 1999) en mécanique est produite dans le cadre théorique newtonien au moyen de la deuxième loi de Newton qui exprime la relation entre la résultante des forces extérieures à un système matériel donné à son accélération. Cette définition permet d'explicitier l'unité légale de la force ($[N] = [kg.m.s^{-2}]$). Des relations quantitatives entre les grandeurs physiques, induisent systématiquement l'unité de la grandeur définie. Les concepts, les signes, les symboles et les unités font partie des éléments qui structurent la définition.

1.2. Nature des contraintes dans les définitions en physique en milieu scolaire

En milieu scolaire, Viennot (1996) souligne que l'expérience dans l'enseignement des sciences expérimentales est exaltée avec consistance comme passage indispensable vers une connaissance non pervertie dans ce domaine. En classe, divers rôles sont attribués à l'expérience, en particulier illustrer, faire découvrir des lois, permettre aux élèves de manipuler les objets technologiques, supporter l'apprentissage d'un instrument de mesure, former à l'esprit scientifique et à la démarche scientifique. L'expérience en milieu scolaire est une construction didactique complexe, parce qu'elle mobilise divers langages, symboles et démarches puis possède des finalités prescrites par l'institution scolaire.

Les études menées sur les sciences expérimentales montrent que, dans une perspective constructiviste, qu'au-delà de l'activité manipulatoire, ou de l'application inductive, l'expérience est une activité conceptuelle participant à la conceptualisation d'un objet de connaissance (Viennot, 1996). L'expérience prépare ainsi à la construction d'une définition objective non égocentrée (Weil-Barais, 2004). La définition dans la pratique de classe, résulte d'une transposition didactique construite par l'enseignant à partir de diverses ressources externes. Dans la phase de préparation, il revient à l'enseignant du choix des objets conceptuels ou matériels, des stratégies à utiliser, des interactions à mettre en place et de facettes de savoirs à privilégier pour construire la définition exigée par les programmes éducatifs. Le milieu didactique définitionnel est donc riche de signes, de mots, de gestes, d'expressions, d'objets matériels et d'images. Ce milieu peut porter des expériences, des explications, des analogies, des exemples, des métaphores, des références à l'histoire des sciences.

Or contrairement à la physique savante qui dispose d'un champ suffisamment étendu de concepts, le milieu scolaire est un milieu didactique lacunaire. La planification des objets curriculaires est séquentielle. Les questions de la programmabilité et de la progressivité produisent des restrictions des contenus. Ainsi un même champ conceptuel peut chevaucher plusieurs niveaux d'étude avec des concepts et des facettes de savoirs différents. Il en résulte que le milieu didactique à un niveau d'étude, ne comporte pas toutes les grandeurs physiques qui sont en relation quantitative. Par exemple, le concept de force est abordé en classe de troisième et l'accélération en classe de seconde. Par conséquent la relation définitionnelle de la force (deuxième loi de Newton) ne peut être en jeu dans ces deux classes. Cependant, depuis la classe de seconde, les manuels proposent « des définitions de la force ». Dans le langage de la physique savante, il faudra attendre en classe de terminale où les programmes éducatifs planifient les deux concepts, force et accélération, pour traiter la question de la définition d'une force. Dans les domaines de l'électrocinétique et d'électrostatique les mêmes lacunes sont constatées. Les grandeurs physiques comme la charge, l'intensité du courant électrique, la tension électrique, le champ électrostatique, le potentiel, la différence de potentielle, apparaissent progressivement au cours de la scolarité, or il est prescrit de définir l'intensité du courant électrique, la tension électrique déjà au collège. Toujours dans le domaine de l'électricité, il existe différentes relations quantitatives entre des concepts, connues sous forme de lois qui servent à définir certaines grandeurs physiques. On peut citer la loi d'Ohm, relation quantitative pour définir la résistance ($[R] = [V]/[I]$). Mais les relations quantitatives pour définir la tension électrique et l'intensité du courant électrique sont planifiées pour les classes de premières C et D. En classe de première scientifique, la définition de l'intensité du courant électrique I est faite en fonction de la quantité de charge Q et du temps t . L'établissement de cette relation définitionnelle de la grandeur intensité du courant électrique appelle d'autres savoirs dans le milieu didactique que l'apprenant doit connaître. C'est le cas des concepts de générateur, d'ampèremètre, de galvanomètre, de voltmètre, de charge, du temps. En classe, les démarches divergent de celles de la sphère savante, il existe des formulations quantitatives pour définir des concepts et à côté de celle-ci, des approches définitionnelles qualitatives sont développées.

Cette revue montre les contraintes scientifiques et épistémologiques de la définition des concepts scientifiques. Dans le contexte de la recherche où les chercheurs disposent de cadre théorique défini et de champ conceptuel complet, la définition est consistante et complète. Elle donne lieu à des relations quantitatives. Dans un cadre scolaire structuré par les niveaux d'études, les réseaux conceptuels couvrent un nombre limité de concepts. Chaque niveau possède des lacunes dans les réseaux par principe même de la planification. Par conséquent, peut-on parler, par exemple, de définition de la force avant la classe de terminale ? de définition de l'intensité du courant électrique avant la classe de première ? L'approche choisie consiste, tout en gardant la même étiquette « définition » en milieu scolaire, de proposer une matrice et

des contenus dans la perspective d'une transposition de la définition scientifique dans les classes au collège et au lycée.

À la progressivité des concepts qui oriente la planification des concepts, s'ajoute la nature ontologique des objets à définir. Les objets curriculaires de la physique –chimie possèdent une diversité de nature. En effet, les travaux sur les difficultés d'apprentissage des objets de la physique ont amené les chercheurs, Chi, Slotta et Leeuw en 1994 à développer une théorisation sur le changement conceptuel centrée sur la nature ontologique des concepts en physique. Ces travaux visent à mieux comprendre les erreurs des étudiants et à favoriser un changement conceptuel efficace (Jessica, 2018). Ils partent du constat que les apprenants ont souvent des conceptions initiales alternatives, résistantes, qui diffèrent des conceptions scientifiques enseignées, notamment en physique. Les auteurs ont dans leur analyse, considéré que les objets de savoir en physique appartiennent à deux grandes catégories ontologiques qui sont la «matière» et les «processus». Cette modélisation est construite à partir des attributs essentiels des diverses entités du monde de la physique. Ils constatent alors que les étudiants raisonnent sur les entités qui relèvent du processus comme sur les entités physiques matérielles du monde empirique. Leur approche met l'accent sur la nécessité d'une re-catégorisation ontologique pour que les apprenants modifient leurs cadres naïfs et intègrent les concepts scientifiques complexes. Il est donc opportun que dans les définitions, cette dimension ontologique des concepts soit prise en compte.

1.3. Les entités de la catégorie « matière » en physique au secondaire

Les entités de la catégorie « matière » sont des objets naturels (vivants ou inertes), des artefacts (objets d'art ou objets techniques) possédant une masse, un poids, une couleur et occupant un volume. Ces entités possèdent des attributs et des référents empiriques que l'on peut montrer. Il est également possible de pointer du doigt des exemples et des contre-exemples. Des exemples des objets dans cette catégorie sont : une pile, d'une lampe électrique, d'un condensateur, d'une bobine, d'un fil conducteur, d'une diode, et même d'une particule chargée, de l'électron, du proton, de l'ion, de la poulie, du plan incliné, des billes, du ballon, des rails de Laplace, de la balance de Cotton, des lentilles minces ou convexes ; des lames, du soleil, des porteurs de charge, des instruments de mesures. Des contre-exemples sont : le concept de force ou de tension électrique.

Dans la littérature, Evrard et al. (1994) font remarquer plusieurs types de définition qui sont exploitées et adaptées à cette étude. La définition qui concerne les objets de la catégorie matière est celle que l'auteur appelle définition par attribution ou par dénomination ou par la fonction. Elle relève de la description pour donner les limites de l'objet.

La définition par attribution est une description qui consiste à établir un lien entre l'objet matériel à définir et une de ses principales caractéristiques. L'auteur admet que la présence de cette caractéristique est indispensable pour qu'il y ait ce concept et que son absence indique les limites du domaine de validité du concept. Cette forme de définition est descriptive, elle met en relief les attributs cruciaux des objets étudiés. Le verbe être est souvent utilisé pour établir de tels liens. C'est le cas par exemple des expressions telles que, le gaz est compressible ; le gaz est élastique. Dans ces exemples, ces énoncés sont des facettes de connaissances relatives au concept de gaz. Compressible, élastique sont des attributs cruciaux de l'objet « gaz ». Il existe au collège des dispositifs expérimentaux qui permettent de mettre en relief ses propriétés caractéristiques sans qu'on aboutisse à la mesure. Cette expérience est qualitative. Ici, l'objet de savoir « gaz » de la catégorie « matière » possède des attributs à mettre en relief par la voie expérimentale. C'est également le cas des objets comme les piles, les lampes électriques, les fils de connexion, les éléments de commande et les circuits électriques. Pour ces objets de la catégorie « matière », les définitions par attribution qui sont d'ordre descriptif, spécifient des facettes de connaissances sur l'objet étudié.

La définition par dénomination est une description peut compléter des définitions par attribution. Nommer revient à catégoriser, à organiser, à attribuer des étiquettes. Dans ce cas les expressions utilisées sont "est appelé". Certaines approches définitionnelles procèdent par désignation. La définition par dénomination est identifiable par l'emploi des expressions telles que "c'est ça". La procédure commence par l'identification des caractéristiques principales pour ensuite poser une étiquette en termes de nom. La démarche consiste à identifier toutes les propriétés cruciales exigibles d'un objet curriculaire et à poser une étiquette en termes de nom. Par exemple l'étiquette « circuit électrique », est une organisation particulière des dipôles électriques. Les expressions qui marquent ce type de définition interviennent surtout après avoir mis en exergue les caractéristiques intrinsèques ou propres d'un objet naturel ou d'un artefact.

La définition par la fonction est une description. L'objet à définir est relié à sa fonction. L'usage des expressions "sert de", "permet de", "a pour fonction", permet d'élaborer des définitions par fonctions. Généralement cette forme de définition est employée lorsqu'il est question de connaître des instruments de mesure ou des objets techniques. C'est le cas des instruments tels que le voltmètre, l'ampèremètre, le multimètre, l'oscilloscope, PH-mètres, et autres instruments. Dans ce contexte les fonctions ou les rôles constituent les caractéristiques principales. La fonction exprimée est également une facette de connaissance à propos de l'objet curriculaire. L'objet est connu à ce niveau curriculaire à travers sa fonction.

Or un concept prend son sens à travers une variété relativement grande de situations. Ainsi, les définitions des objets de la catégorie « matière » suivant la progressivité de l'objet curriculaire ne donnent que très peu de facettes de l'objet à connaître. Les attributs principaux à élucider sont contraints par la programmabilité, ainsi l'objet se découvre progressivement au cours de la scolarité. Les définitions à un niveau d'étude donné portent donc le reflet de la composante institutionnelle de la pratique enseignante (Koffi, 2021a, 2021 b).

1.4. Les entités de la catégorie « processus » de la physique au secondaire

Les entités de la catégorie « processus » appartiennent à trois catégories secondaires qui sont la procédure, l'événement et l'interaction-contrainte.

La sous-catégorie « procédure » est caractérisée par des séquences qui peuvent s'exécuter ou s'effectuer. Elle représente des actions complexes et complètes. Les méthodes, les démarches et les techniques sont de cette sous-catégorie. Par exemple on peut citer, la démarche de résolution de problèmes, la démarche expérimentale, la réalisation d'un dosage, la réalisation d'un circuit électrique, le repérage de la température d'une eau bouillante, le mesurage de la pression atmosphérique, le mesurage de la masse avec une balance, l'équilibrage d'une réaction chimique, etc. Ce sont des procédures élaborées par la communauté des physiciens ou des chimistes. Elles sont connues et stabilisées. Elles sont de l'ordre du savoir-faire ou des savoirs de type procédural.

La sous-catégorie « événement » concerne tout ce qui a un début et une fin. Une entité dite de la sous-catégorie événement possède une cause. Cette sous-catégorie est caractérisée par l'existence d'un agent causal. Par exemple, le mouvement d'un objet en mécanique peut être provoqué par un autre objet, l'usure d'une pile est provoquée par son fonctionnement, une lampe en panne peut être causée par une surintensité qui provoque la rupture du filament de tungstène. Un court-circuit est produit par un fil électrique qui touche à la fois les bornes positive et négative d'un générateur. Ce sont là quelques exemples de phénomènes ou des faits qui se produisent à un moment donné et se terminent à une autre date. Les entités de la catégorie « événement » se distinguent de celles de la catégorie « procédure » par l'existence de l'agent causal que l'on peut identifier.

Les entités de la sous-catégorie « interactions-contraintes » sont celles qui existent du fait d'une contrainte entre des objets de la catégorie matière. Cette contrainte est une interaction (Lemeignan et Weil-Barais, 1993). En effet, ces auteurs soutiennent que, dès que deux systèmes

matériels entretiennent entre eux une quelconque influence, il est habituel en physique de parler de systèmes en interaction. Par exemple, en mécanique, la force gravitationnelle existe du fait de l'interaction entre des objets matériels (la terre, la lune, soleil, les hommes, etc.), de même, les forces électrostatiques existent du fait des interactions entre des charges matérielles ponctuelles, en surface ou en volume. Il existe également des interactions entre deux fils matériels conducteurs parcourus par du courant électrique. Le champ électrostatique existe dans un espace du fait de la distribution asymétrique des charges matérielles dans l'espace ; le courant électrique existe du fait des interactions entre des matériaux de potentiel électrochimiques différents ou des phénomènes d'induction entre un aimant et une bobine.

Les définitions des entités de la catégorie « processus » sont complexes. Certaines définitions indiquent des relations quantitatives entre des concepts du champ théorique. Ce type de définition est utilisé pour les concepts appartenant à la catégorie processus et interaction. C'est le cas des concepts comme l'intensité, la tension électrique, la puissance électrique, l'énergie électrique, la force, la quantité de mouvement, l'énergie cinétique et l'énergie potentielle. Ce sont des grandeurs physiques. Ces entités sont définies en explicitant les relations quantitatives qu'elles entretiennent avec d'autres concepts. Par exemple, les concepts de la force et de l'accélération sont liés par une relation quantitative appelée deuxième loi de Newton ; l'intensité du courant électrique est liée à la quantité de charge par une relation quantitative qui donne les unités de l'intensité du courant électrique. La définition consiste à donc à expliciter la relation principale et caractéristique qui donne la dimension de la grandeur. La procédure expérimentale en jeu est un processus de mesurage. Nous notons que les éléments de la sous-catégorie « procédure » ne sont pas des objets à définir, mais des étapes à identifier dans leurs réalisations. Par exemple la démarche expérimentale n'est pas à définir dans un programme éducatif du collège, il est à appliquer dans la réalisation des investigations. Par contre on peut trouver des objets de la catégorie « évènement » à définir.

1.5. Facettes complémentaires à toutes les entités de la physique

En dehors des descriptions et des définitions fonctionnelles, il existe des facettes d'informations que l'on peut apporter sur tout objet à connaître pour mieux structurer son identité, en indiquant par exemple son appartenance à une classe. Dans ce contexte, Evrard et al. (1994) parlent d'hyponymie ou d'hyperonymie. Dans le cas d'une d'hyperonymie, il s'agit de mentionner une catégorie générale à laquelle appartient le terme scientifique, ou au contraire, dans un cas d'hyponymie, il faut expliciter ce qui distingue intrinsèquement l'objet. Ces informations complètent les définitions qualitatives. Par hyperonymie on peut dire, le poids est un exemple de force, ou le butane est un exemple d'hydrocarbure, ou encore la tension électrique continue est un exemple de tension électrique. Ces facettes de savoir permettent d'intégrer les entités définies dans des réseaux conceptuels plus complexes avec lesquels ils partagent des similitudes.

Par hyponymie on met en relief ce qui est propre à l'entité, même si elle appartient à un réseau de concepts. Ainsi, la tension continue est certes un exemple de tension électrique, mais elle possède la particularité d'avoir une valeur et un signe constants au cours du temps. De même, le poids, bien qu'il soit un exemple de force, possède des caractéristiques qui lui sont propres. Il exprime l'interaction entre la Terre et tout objet possédant une masse. En plus, la direction et le sens du poids, sont intrinsèquement liés à la position du centre de la Terre. Enfin, le butane, bien qu'appartenant à la famille des hydrocarbures est spécifiquement un alcane possédant quatre atomes de carbone. L'hyponymie discrimine le concept, met l'accent sur ce qui le distingue des autres concepts de son réseau.

L'hyperonymie et l'hyponymie sont d'usage courant en science. Elles complètent les définitions quantitatives et les descriptions. L'hyponymie peut regrouper la définition par

attribution ou par fonction dans la mesure où l'on met l'accent sur la particularité et la spécificité de l'objet.

En science, la synonymie est inexistante. En physique le même phénomène ou objet ne peut pas porter deux étiquettes différentes. Cependant le mot clé (étiquette standardisée) peut être expliqué par des expressions. Par exemple, il n'existe pas de synonyme du concept de force, cependant il peut exister des formulations explicatives centrées sur des contextes précis. La transposition didactique ne porte pas sur l'étiquette du savoir savant. La force étudiée en classe de troisième porte le même nom que la force étudiée dans les autres classes bien que les facettes de savoirs en jeu soient différentes de même que les contextes utilisés pour les introduire.

Les définitions sont contraintes par le parcours scolaire et la nature des concepts à enseigner et par l'épistémologie de la discipline.

2. Vers une structure explicite de la définition en physique

Notre contribution théorique est une analyse épistémique consistant, pour chaque objet à définir en physique au collège, à élaborer une matrice et des contenus conceptuels qui restituent l'identité ontologique, épistémologique et didactique, en mettant en évidence ce qu'est l'objet en tant qu'être, sa nature profonde Ramognino (2020). La dimension épistémologique concerne la connaissance que l'on peut avoir de cet objet (Ramognino, 2020). La dimension didactique renvoie à la manière dont cet objet peut être enseigné dans un cadre scolaire.

Les pratiques didactiques « définir » deviennent des tâches objectives et explicites en utilisant une matrice à renseigner avec les facettes pertinentes de savoir à un niveau d'étude donné. La matrice structure et organise la forme transposée de la définition des concepts au collège en prenant en compte la nature des objets à définir et le contexte curriculaire.

2.1. Classification épistémologique et ontologique des concepts de base en électrocinétique

Dans les programmes éducatifs des collèges et des lycées sont proposés à être définis les concepts suivants : la charge, la tension électrique, l'intensité du courant électrique, l'énergie électrique, la puissance électrique, la tension continue et la tension variable. Nous proposons une synthèse d'informations sur chacun de ces concepts dans une perspective épistémologique et ontologique.

2.1.1. La charge électrique est une entité de la catégorie interaction contrainte

L'atome est neutre. Il est constitué de matières et des lacunes. Les entités matérielles qui le composent sont le proton, le neutron et les électrons. Les protons et les neutrons occupent un espace dans le noyau. Il existe un nuage d'électrons autour des noyaux et neutrons dans un atome. La charge apparaît comme une mesure de balance entre les protons et les électrons. La charge est le résultat d'une interaction entre l'atome et le milieu extérieur. La charge explique le comportement électrique de la matière. La charge est une grandeur qui mesure un déficit ou un excès par rapport à l'entité atome. La modélisation de la neutralité de l'atome et les expériences de Rutherford montrent que les noyaux sont des particules qui portent des charges positives. Le noyau est caractérisé par sa masse et sa charge de valeur positive. Les neutrons occupent également de l'espace au sein du noyau et sont caractérisés par sa masse. Les électrons occupent également de l'espace autour du noyau. On parle de nuage électronique. Ce nuage est caractérisé par sa densité de charges négative.

La charge apparaît lorsqu'il y a une réorganisation particulière des porteurs de charge due à une contrainte, cette contrainte est de type interaction. Cette réorganisation occasionne une accumulation d'électrons, ou au contraire un défaut d'électrons. Les contraintes sont diverses : électrisation par frottement, par contact, par influence entre deux objets ; interaction entre Photon et atome (effet photoélectrique), interaction entre deux atomes ou molécules au cours d'une réaction chimique (pile dans le cas des réactions d'oxydo-réduction) ; action d'une source de chaleur sur un atome (effet thermoélectrique). Un déséquilibre en termes de bilan entre la

somme des charges positives et la somme des charges négatives est toujours lié à une interaction entre matières. La charge est une grandeur extensive, sa valeur dépend de la quantité de matière du système considéré. Elle possède une valeur élémentaire équivalent à la valeur absolue de la charge d'un électron. En termes de nature ontologique, la charge est de la catégorie interaction-contrainte. Elle possède une unité légale. C'est une grandeur mesurable.

2.1.2. La tension électrique ou différence de potentiel est une entité de la catégorie « interaction contrainte ».

La tension électrique est liée à une dissymétrie de la distribution des charges entre deux points de l'espace. La dissymétrie en termes de nature de charges concerne une accumulation de charges positives en un point, et une accumulation de charges négatives en un autre point B. Ainsi il se crée une tension entre les points A et B. Par exemple, la différence de potentiel existe entre les deux lames d'une pile plate, entre les deux extrémités d'une pile ronde ou d'une pile bouton. Le fonctionnement des piles est modélisée par la pile Daniell. Ainsi entre une lame de Zinc dans une solution contenant des ions Zinc et une lame de cuivre dans une solution contenant des ions cuivre (II), communiquant par un pont salin ou par une paroi poreuse, il existe une tension électrique. Ces deux milieux qui communiquent par le pont salin sont différents. La chimie explique cette différence. Il existe une tension entre ces deux tiges métalliques. Ces deux objets, l'un, le Zinc est plus réducteur que l'autre, le Cuivre. Ces deux objets n'ont pas la même nature lorsqu'ils se trouvent dans des milieux singuliers et contraignants (Pile Daniell). La dissymétrie en termes de quantité de charges se manifeste par la différence de quantité de charges entre deux points (A et B) de l'espace. Théoriquement ce type de distribution génère une différence de potentiel (charge d'un condensateur).

Le mode de production de la tension électrique influence sa nature. La tension est continue lorsque la contrainte est un dispositif chimique comme la pile, la batterie. Les piles à hydrogènes, au lithium, les cellules photovoltaïques sont des sources de tension à nature continue. Il existe d'autres contraintes qui sont à la base de tensions de nature variable. On peut citer une bobine en interaction avec un aimant. C'est ce phénomène d'interaction bobine – aimant qui est exploité dans le cas des moteurs électriques, des turbines et des barrages hydroélectriques et des éoliennes. Le mouvement relatif des deux objets (aimants et bobine) engendre un mouvement de va-et-vient du nuage électronique. La dissymétrie au niveau de la distribution des charges est dynamique dans le temps. La nature de la tension dépend des contraintes chimiques ou physiques. Toute tension électrique est liée à une dissymétrie de nature et ou de valeurs des charges. Cette dissymétrie est le fait de phénomènes chimiques et ou électromagnétiques. La tension relève d'une interaction-contrainte. Elle est une grandeur complexe (intensive ou extensive). Elle est mesurable, son unité légale est le volt (V).

2.1.3. L'intensité du courant électrique est une entité de la catégorie « interaction contrainte

Le courant électrique dans un métal est le mouvement orienté du nuage électronique dans ce matériau conducteur. Le courant électrique dans un électrolyte est également mouvement orienté des ions dans cet électrolyte. De manière générale, c'est le déplacement contraint des porteurs de charges dans un milieu matériel conducteur d'une position une autre position. En d'autres termes, c'est le mouvement d'ensemble des porteurs de charges d'une section plane d'un milieu conducteur à une autre section plane. Les positions des particules qui portent les charges ne sont pas identiques au cours du temps : les porteurs de charge peuvent osciller autour d'une position d'équilibre ou migrer d'une position à une autre. La contrainte à l'origine est l'existence dans ce milieu conducteur d'une différence de potentiel. La différence de potentiel entre les points A et B, conduit à un mouvement d'ensemble des particules chargées de A vers B ou de B vers A. On caractérise la quantité de charges $q(t)$ qui traverse une section droite du milieu conducteur sous la contrainte d'une différence de potentielle par l'intensité $i(t)$ du courant électrique. L'intensité du courant électrique est une grandeur physique alors que le

courant électrique est un phénomène. Le courant électrique a une cause, c'est la différence de potentiel. L'intensité du courant électrique est le flux de charge qui traverse une section droite par unité de temps. Par exemple dans un fil métallique conducteur, c'est le nombre d'électrons qui traverse la section droite du fil en une seconde. L'intensité du courant électrique mesure le débit de porteurs de charges. L'intensité du courant électrique est un flux de porteur de charges qui se produit sous la contrainte. C'est une grandeur interaction contrainte, elle est mesurable, possède une unité légale et une notation conventionnelle $i(t)$. Selon la nature de la différence de potentielle qui la génère, on distingue une intensité de courant continue noter I ou une intensité de courant variable notée $i(t)$.

Dans d'autres domaines de la physique, les entités de la sous-catégorie contrainte de la catégorie processus sont divers. Nous citons par exemple, la force gravitationnelle, les ondes électromagnétiques, les champs, les ondes acoustiques, les énergies cinétiques, potentielles de pesanteur, potentielles élastiques, mécaniques, le volume, la pression, la trajectoire, la vitesse, la quantité de mouvement, la force, le champ électrostatique, le champ magnétique, sont également liés à des contraintes. Cette catégorie est non causale. Les entités de cette sous-catégorie sont acausales dans le sens où elles sont générées strictement par des contraintes qui existent entre les différents systèmes. Ce sont ces relations particulières qui expliquent leur existence. La catégorie « contrainte » implique toujours des objets de la catégorie matière (la Terre, les particules chargées, les fils électriques, des piles, la glace, l'eau, le mercure, l'air, les gaz, les atomes, les électrons, ions). En d'autres expressions, ces concepts impliquent toujours des objets matériels, mais eux ils ne sont pas pour autant des concepts de la catégorie « matières ».

2.1.4. Le circuit électrique est une entité de la catégorie matière

Les objets de la physique, comme la lentille, les poulies, les instruments de mesure (ampèremètre, voltmètre, oscilloscopes, multimètre), les piles, les lampes électriques, les commandes électriques (interrupteur, bouton poussoir, commutateur), bougie, charbon de bois, sont des objets physiques possédant des référents empiriques. Le circuit électrique est un système d'objets techniques matériels. Il est de la catégorie matière. On peut construire des familles auxquelles ces objets ou systèmes naturels ou techniques font partie, on peut en distinguer plusieurs types. Par exemple je peux trouver dans le commerce plusieurs exemplaires de piles, de lampes électriques, de fils conducteurs, on peut également trouver plusieurs modèles de circuits électriques, du plus simple au plus complexe. Le plus souvent un langage quotidien est construit à leur égard, comme des substances. Ces objets possèdent des attributs que l'on peut spécifier, ils possèdent des masses, des formes bien que ce sont leur rôle ou d'autres relations qui peuvent intéresser la physique ou la chimie. Le circuit électrique comporte plusieurs objets techniques tel que le générateur (la pile, le moteur électrique, batterie, plaque solaire, etc.), des conducteurs (fils de connexion, carrosserie métalliques, électrolytes, etc.) des dipôles (les lampes électriques, fer à repasser, conducteur ohmique, les diodes, le potentiomètre, le rhéostat, le condensateur, etc), des commandes (l'interrupteur, le bouton poussoir, interrupteur va et vient). Les mesures des grandeurs intensité du courant électrique, tension électrique, amplitudes, période et fréquences dans un circuit utilisent des instruments de mesure (l'ampèremètre, le voltmètre, le multimètre, l'oscilloscope). Un circuit électrique peut comporter aussi des quadripôles (les ponts de diodes, transformateurs, etc). On peut distinguer deux familles distinctes de circuit électrique, le circuit électrique avec dérivation et le circuit électrique série. Ces deux entités constituent des circuits de bases desquels on peut générer une multiplicité de circuits électriques. Le concept de circuit électrique fédère plusieurs autres concepts au collège et au lycée.

2.1.5. Le court-circuit est une entité de la catégorie évènement

Les entités qui relèvent de l'évènement sont peu nombreux à être définis dans le cadre d'un programme au collège. De manière générale, cette catégorie d'entités est définie par la cause qui la produit. Etant elle-même un effet, on peut la caractériser par les manifestations observables. Elle peut être située dans le temps. Les phénomènes électriques comme les surtensions, les surintensités, le court-circuit, le claquage des condensateurs, la résonance électromagnétique sont de cette catégorie. Le court-circuit un phénomène électrique qui se produit sous certaines conditions. C'est bien la condition qui donne la cause de cet évènement et qui permet de la définir. Les conditions sont complexes, mais l'explication ou la modélisation met en relief une intensité électrique anormalement élevée quand la charge aux bornes du générateur possède la résistance la plus faible par rapport aux autres charges dans le circuit électrique. Tout se passe comme si une charge d'impédance (ou résistance) négligeable est en dérivation aux bornes du générateur par rapport aux autres charges d'impédance plus élevée. Ce phénomène se produit alors dans des contextes divers et se manifeste de diverses manières (usure rapide de la pile, décharge de la batterie, température élevée du générateur, production d'étincelle ou d'arc d'éclair, etc.).

2.1.6. L'énergie et la puissance sont des entités de la catégorie interaction contrainte

L'énergie, le travail et la puissance appartiennent à la même catégorie. Ces concepts sont issus du même réseau conceptuel. En effet, la puissance, le travail, le temps, l'énergie, l'espace et la force entretiennent des relations syntaxiques qui expriment des définitions et des lois en physique. Ainsi, la puissance qu'elle soit électrique ou mécanique est une grandeur scalaire qui exprime le débit de travail. Elle mesure le rapport entre le travail réalisé et le temps mis pour exécuter ce travail. De manière formelle, la puissance est « $P = \text{travail} / \text{durée}$ ». En mécanique, au collège, dans un contexte où le système possède un poids qui fait un travail moteur, la puissance augmente quand la vitesse du système augmente et s'écrit « $P = \text{poids} \cdot \text{vitesse}$ » ou « $\text{Puissance} = Fv$ » (relation de proportionnalité).

À partir de la structure des concepts que nous venons de développer selon les catégories ontologiques et épistémologiques, nous poursuivons en proposant une matrice qui récapitule les dimensions fondamentales de la définition d'un concept au collège.

2.2. Matrice à définition structurée des objets curriculaires en physique

La matrice est conçue pour présenter l'activité « Définir un objet » comme une opération que l'on applique sur l'Objet à Définir (OAD). Deux critères sont retenus. Dans un premier temps, l'information sur la famille qui inclut (dimension hyperonymie) l'objet à définir. Cette première opération rattache l'objet à définir à une entité générique. Ce premier lien souligne l'attribut général (A.G.). Il consiste à tisser l'OAD avec une **famille** générique (éventuellement). Dans un deuxième temps, les informations spécifiques (dimension hyponymie) qui ont trait aux attributs singuliers, tel que la **représentation** (Nom, dessin, schéma, image, symbole), la **fonction** (utilité intrinsèque), le **rôle** (utilité contextuelle), une **qualité** intrinsèque (propriété ou composition) sont explicitées. La matrice obtenue comporte cinq champs complémentaires intitulés Famille, Représentation, Fonction, et Rôle. De cette manière, définir un objet « A » consiste à renseigner ces différents champs. Le tableau ci-dessous organise la structure d'une définition en donnant un canevas avec des champs à renseigner.

Tableau 1 : Structure d'une matrice de définition)

Champs	Critères	Indicateurs
Hyperonymie (généralité)	Famille	
Hyponymie (spécificités)	Représentation	
	Qualité	

	Fonction	
	Rôle	
	Contexte d'utilisation	

Source : Travaux de recherche (Koffi, 2025)

Définir une entité « A » consiste à expliciter les contenus des six indicateurs avec les attributs pertinents et adaptés aux niveaux d'étude indiqués. De manière simplifiée définir consiste à remplir ce tableau en renseignant les six champs de la colonne des indicateurs. Ce tableau comme les tableaux de conversions des unités de longueur ou de volume, est une aide didactique pour structurer la définition des objets curriculaires en physique.

3. Application de la matrice de définition aux objets curriculaire

3.1. Utilisation de la matrice pour la définition des quelques objets de la catégorie matière

Nous exploitons la matrice du tableau 1 pour mettre en place des définitions qui concernent les entités matérielles pour opérationnaliser la définition. La colonne des indicateurs du tableau 1 est extraite et transformée en un tableau que l'on peut utiliser pour définir plusieurs objets. Le tableau 2 présente la matrice et son utilisation pour définir quelques objets matériels que l'on trouve en électricité au collège.

Tableau 2 : Exemples de définition des entités de la catégorie matière

Objets à Définir (OAD)	Famille	Représentation symbolique	Qualité pertinente	Fonction principale	Contextes d'utilisation
Lampe électrique	Récepteur électrique	Symbole	Plot, culots	Eclairage	Détecteur de courant électrique
Pile électrique	Générateur électrique	Symbole	Borne positive Borne négative	Source d'énergie électrique	Tester la conductibilité des matériaux
Fil de connexion	Conducteur électrique	Symbole	Conducteur	Connexion des éléments	Réaliser un court-circuit
Interrupteur électrique	Commutateur ou dispositif de commande électrique	Symbole	Deux bornes	Ouvrir et fermer le circuit électrique	Installation électrique, appareil électrique
Circuit électrique	Circuit	Symbole des composants	Simple, Série ou dérivation	Fonctionnement des installations, des appareils	Appareil électriques, circuits électriques intégrés, transport d'énergie électriques, matériau cuivre,
Voltmètre	Instrument de mesure électrique	:	Bornes positive et borne négative ; Branchement en dérivation aux bornes de ; analogique ou numérique	Instrument de mesure de la tension électrique	Mesure de tension électrique en milieu industriel ou en milieu scolaire
Ampèremètre	Instrument de mesure électrique	Bornes positive ; borne négative- se monte en série avec le dipôle	Bornes positive et borne négative ; Branchement en série ; analogique ou numérique	Instrument de mesure de l'intensité du courant électrique	Mesure d'intensité électrique en milieu industriel et en milieu scolaire

Source : Travaux de recherche (Koffi, 2025)

3.2. Utilisation de la Matrice pour la définition de quelques objets de la catégorie processus

Les entités matières et processus sont ontologiquement distinctes. Les objets matériels possèdent des propriétés mais les entités de la catégorie processus expriment des relations. Ces dernières sont généralement des grandeurs physiques comme la tension électrique. Il existe des entités qui ne sont pas des grandeurs physiques, comme le court-circuit, la résonnance, l'interférence. Les entités de la catégorie processus sont des grandeurs abstraites, elles ne possèdent pas de propriété comme celles des entités matérielles. Pour les définir, un canevas de cinq champs sont proposés. En plus de la famille et de la représentation symbolique et le contexte d'utilisation, qui sont identiques au cas précédent, nous ajoutons la relation dans certains cas et la fonction principale dans d'autres. La section (voir Tableau 3) qui suit illustre nos propos.

Tableau 3 : Exemples de définition des entités de la catégorie processus (Koffi, 2025)

OAD	Famille	Représentation symbolique	Relation quantitative ou fonction principale	Contextes d'utilisation
Charge électrique	Grandeur physique	$Q, q(t)$	Intensité du courant électrique $i(t)$, la variation du temps dt ($I = dq/dt$)	Neutralité de l'atome, cations, anion, électron, protons, circulation du courant électrique, électrocution, électrisation
Tension électrique	Grandeur physique	$U, u(t)$, Volt	Champ électrostatique E , espace entre deux Points ; $u(t) = ddp = E(t, x)/dx$	Tension électrique continue, tension électrique carré, tension électrique rectangulaire, tension électrique sinusoïdale ; circuit électrique, générateur
Intensité du courant électrique	Grandeur physique	$A, I(t)$, Ampère (A),	Intensité du courant électrique $i(t)$, la variation du temps dt ($I = dq/dt$)	Tension électrique, circuit électrique, résistance, lumière, lampe électrique, charge, générateur de courant électrique, générateur de tension électrique, porteur de charges, isolant, conducteurs
Court-cuit	Panne électrique		Tension nulle aux bornes d'un dipôle et intensité maximale dans le circuit.	Incendie, électrocution, fil neutre, phase, borne d'un générateur, fil conducteur, Résistance,

Source : Travaux de recherche (Koffi, 2025)

Conclusion

La transposition didactique des pratiques en sciences est à l'origine de cette contribution. Il existe une démarche expérimentale en classe qui se réfère à la pratique expérimentale en science. Il doit également avoir une pratique de définition en classe qui se réfère à une pratique de définition en science. Ainsi, les réflexions didactiques sur les définitions en classe et les réflexions épistémologiques sur les concepts ont abouti à la construction d'une matrice qui structure les définitions. Cette matrice est une aide didactique, comme les tableaux de conversions des unités de mesures. Elle est conçue pour rendre objective et explicite la démarche de définitions. Cette démarche est un cadre qui peut être étendu à toutes les disciplines. Son utilisation demande d'abord une classification ontologique de l'objet à définir, puis à préciser ce qui relève de la classe générale à laquelle est liée l'OAD et enfin à expliciter les dimensions spécifiques. Dans le domaine d'électricité au collège, des facettes d'informations sont produites pour élaborer des définitions.

Référence bibliographique

- BACHELARD Gaston, 1986, *La formation de l'esprit scientifique, contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*, Paris, Librairie philosophique J. Vrin.
- BOILEVIN Jean-Marie, 2005, « Enseigner la physique par situation problème ou par problème ouvert », *Aster*, 40, p.13-37.

- CHEVALLARD Yves & JOHSUA Marie-Alberte, 1991, « La transposition didactique : du savoir savant au savoir enseigné, suivi d'un exemple de la transposition didactique. Grenoble : La pensée sauvage
- CHI Michelene, SLOTTA, James D. & LEEW, Nicholas De, 1994, "From things to processes: a theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4, Great Britain : Elsevier science, p.27-45.
- COURTILLOT Dominique. & RUFFENACH Mathieu, 2004, *Enseigner les sciences physiques. Collège et classes de Seconde*, Paris, Bordas.
- EVARD Thierry, HUYNEN Anne- Marie. & BUEGER-VANDER Borcht, Cécile de, 1995, La définition dans les discours didactiques en classe de sciences. *Repère*, 12, p.119 - 142
- FEYNMAN Richard, LEIGHTON Robert & SANDS Matthew, 2022, *Les cours de physique de Feynman*. Mécanique tome 1. Paris : Dunod
- FOUREZ Gérard, 1996, *La construction des sciences*, Bruxelles : De Boeck
- JESSICA Ceresa, 2018, *Le potentiel des théories du changement conceptuel pour la création de dispositifs pédagogiques narratifs*, Mémoire de l'Université de Genève, Faculté des sciences et technologie de l'éducation, SCRIB, consulté le 19/06/2025
- KOFFI Kouakou Innocent, 2021, « Analyse des phases préparatoires d'une séance de classe dans la perspective de l'approche par les compétences », 4e édition du colloque scientifique international pour l'innovation pédagogique et le développement professionnel (CSIIPDP), 27, 28, 29,30 juillet 2021, Abidjan.
- KOFFI Kouakou Innocent, 2021b, « Pratiques de classes en mathématiques dans l'enseignement secondaire en Côte d'Ivoire », *Rapport de Recherche, Programme APPRENDRE*
- KOFFI Kouakou Innocent, 2016, « Transposition didactique et démarche de définition dans l'enseignement de la physique au collège », Actes des 9e Rencontres de l'ARDiST, Université d'Artois - Faculté des sciences Jean Perrin, Lens (France).
- KOFFI Kouakou Innocent, 2007, *Contribution à l'évolution des conceptions de la force et des interactions mécaniques chez les élèves et étudiants ivoiriens*, Thèse de doctorat de l'Université Paris Descartes (Sorbonne).
- LEMEIGNAN Gérard, & WEIL-BARAIS Annick, 1993, *Construire des concepts en physique*, Paris, Hachette.
- LINDEMANN Éric, 1999, *Mécanique. Une introduction par l'histoire de l'astronomie*, Paris, De Boeck.
- RAMOGNINO Nicole, 2000, « Épistémologie, ontologie ou théorie de la description ? », in Pierre Livet et Ruwen Ogien (Ed.), *Enquête ontologique*, Paris, Éditions de l'École des hautes études en sciences sociales p.153-182.
- ROBARDET, Guy. GUILLAUD, Jean-Claude, 1997, *Éléments didactiques des sciences physiques*. Paris : Presse Universitaire de France.
- SIMARD Claude., DUFAYS Jean.-Louis, DOLZ Joaquim & GARCIA-DEBANC Claudine, 2010, *Didactique du français langue première* Bruxelles, De Boeck Supérieur.
- PAINDROGE Martine, 2007, « La progressivité des notions dans les programmes de l'éducation technologique », *Didaskalia*, 30, p.89-108.
- VIENNOT Laurence, 1996, *Raisonnement en physique, la part du sens commun*, Paris-Bruxelles, De Boeck.
- WEIL-BARAIS Annick, 2004, *Les apprentissages scolaires*, France, Bréal.
- WEIL-BARAIS Annick. & DUMAS – CARRE André, 1998, « Les interactions didactiques tutelle et /ou médiation », in A. Dumas–Carré & A. Weil -Barais (Dir.), *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifiques*, Berlin, Peter Lang, p.1-15.



LABORATOIRE DE RECHERCHE EN SCIENCE DE L'ÉDUCATION

École Normale Supérieure

LAKISA est une revue spécialisée en sciences de l'éducation. C'est une revue indexée, semestrielle, à comité scientifique et de lecture international. *LAKISA* est hébergée au sein du Laboratoire de Recherche en Sciences de l'Éducation (LARSCED) de l'École Normale Supérieure de l'Université Marien Ngouabi (Congo). Elle a pour objectif de promouvoir la Recherche en Éducation à travers la diffusion des savoirs dans ce domaine de la recherche. La revue publie des articles originaux dans le domaine des sciences de l'éducation (didactique des disciplines, sociologie de l'éducation, psychologie des apprentissages, histoire de l'éducation, philosophie de l'éducation...). Les langues de publication sont le français et l'anglais. La revue publie également, en exclusivité, les résultats des journées et colloques scientifiques dans les mêmes domaines.

Les auteurs qui soumettent des articles dans la revue *LAKISA* sont tenus de respecter les principes et normes éditoriales CAMES de présentation d'un article en Lettres et Sciences Humaines (NORCAMES/ LSH) ainsi que la typographie propre à la revue.

L'ensemble des articles publiés dans la revue *LAKISA* sont en libre accès sur le site internet de la revue. Cependant, les opinions défendues dans les articles n'engagent que leurs auteurs. Elles ne sauraient être imputées aux institutions auxquelles ils appartiennent ou qui ont financé leurs travaux. Les auteurs garantissent que leurs articles ne contiennent rien qui porte atteinte aux bonnes mœurs.

Laboratoire de Recherche en Sciences de l'Éducation (LARSCED)

École Normale Supérieure (ENS)

Université Marien Ngouabi (UMNG)

1 avenue des premières jeux africains (Brazzaville- Congo)

Éditeur : LARSCED

<https://doi.org/10.55595/LAKISA>

www.lakisa.larsced.cg

revue.lakisa@larsced.cg

revue.lakisa@umng.cg

BP : 237, Brazzaville-Congo