

# CONCEPTUALISATION DANS LA FOCOMETRIE DES LENTILLES MINCES : ACTIVITES LANGAGIERES ET APPRENTISSAGES SCIENTIFIQUES.

**Willy-Nelson KOUAKAM GONTIO**

*Département de didactique des disciplines, Faculté des Sciences de l'Éducation,  
Université de Yaoundé I (Cameroun)*

*gt\_nelson15@yahoo.fr*

**Thérèse BENOGO**

*Département de didactique des disciplines, Faculté des Sciences de l'Éducation,  
Université de Yaoundé I (Cameroun)*

*tbenogo4@gmail.com*

## Résumé

*Ce travail s'intéresse aux activités langagières suscitées dans la conceptualisation de la focométrie des lentilles minces. Dans le processus d'enseignement / apprentissage de l'optique géométrique, les apprenants des classes de première scientifique éprouvent des difficultés de conceptualisation lors de la détermination expérimentale de la distance focale des lentilles minces. Au cours des interactions entre les différents acteurs dans une classe, la langue occupe une place de choix ; elle favorise non seulement la communication entre enseignant et apprenants, mais aussi la transmission et l'acquisition des connaissances. La prise en compte du processus de modélisation, des registres sémiotiques et des interactions en classe dont les activités langagières font partie intégrante, permettent une meilleure conceptualisation de la focométrie des lentilles minces.*

**Mots clés :** *Activités langagières, apprentissages scientifiques, changement conceptuel, conceptualisation, focométrie.*

## Abstract

*This work focuses on the language activities aroused in the conceptualization of the focometry of thin lenses. In the process of teaching/ learning geometric optics, learners of première in scientific classes, experience conceptualization difficulties when experimentally determining the focal length of thin lenses. During the interactions between the different actors in a classroom, language occupies a prominent place; it promotes not only communication between teacher and learners, but also the transmission and acquisition of knowledge. Taking into account the modeling process, semiotic registers and classroom interactions of which language activities are an integral part, allows a better conceptualization of thin lens focometry.*

**Keys words :** *Language activity, scientific learning, conceptuel change, conceptualisation, focometry.*

## Introduction

Les relations entre activités langagières et apprentissage en didactique des sciences, nous plonge dans un nouveau champ qu'est la didactique des disciplines non linguistique ; elle se situe à la croisée de la didactique du français ou des sciences du langage d'une part, et de la didactique des sciences d'autre part. Dans la physique, particulièrement l'optique géométrique, la complexité des problèmes de conceptualisation en focométrie nous donne d'explorer quelques repères épistémologiques afin de mettre en relief l'apport de ces derniers dans la compréhension des relations entre savoirs et langages. Nous examinerons la question sur un angle didactique particulier ; le débat scientifique dans la classe qui s'invite lorsque nous déroulons l'approche par projet. Par la suite, nous ferons des liens entre les savoirs scientifiques, les processus de modélisation, registres sémiotiques et interactions en classe. Enfin nous présenterons comment les activités langagières contribuent à une meilleure conceptualisation de la focométrie.

### **1. Le débat scientifique dans l'approche par projet : un angle didactique pour envisager les relations entre langages et apprentissages scientifiques.**

L'approche par projet est une stratégie pédagogique qui met l'apprenant au centre de son apprentissage par l'entremise d'un projet où les apprenants ont l'opportunité de travailler de manière autonome et de construire leur connaissance, ils sont placés en situations de résolution des problèmes (Champy & Etévé, 2005). C'est un enseignement socioconstructiviste qui est proposé, avec des scénarios plus ou moins séquencés ; ici l'enseignant joue le rôle de guide, il scinde un problème en plusieurs parties et il implique les différents groupes d'étudiants à les maîtriser en s'engageant dans des activités. À travers la collaboration, les recherches personnelles, les négociations entre participants et les discussions de classes, cette approche a un impact positif sur l'apprentissage.

Plongeons dans une activité intellectuelle pour mettre en exergue l'importance de l'épistémologie face à la question des relations entre pratiques langagières et construction de savoir.

Considérons une discussion en classe de première scientifique au sujet de la focométrie. Particulièrement sur le rôle des lentilles minces. Plusieurs hypothèses ont été émises, l'enseignant a retenu l'une d'entre-elles : voir l'image des objets. Dans une classe de 20 apprenants, l'on a demandé à ces derniers de répondre à la question suivante : comment une lentille mince peut-elle permettre de voir l'image d'un objet ?

Après une réflexion individuelle sur la question, les apprenants ont été constitués en groupes de 5 ; ces derniers ont alors tenté de répondre à cette question à l'aide d'un texte, d'un schéma et d'un dispositif d'expérimentation. En suivant en pensée cette séance de débat, les 4 différents groupes ont présenté l'affiche qu'ils ont réalisée ainsi que la séance d'expérimentation.

En s'interrogeant sur les relations entre activités langagières et apprentissage, nous rejoignons le point de vue d'un didacticien : « cela dépend du point de vue épistémologique que l'on porte sur la science et les apprentissages scientifiques » (Orange, 2003 p.2).

En supposant que le concret et l'observation soient mis en avant tel que l'on observe chez plusieurs enseignants de la physique, dans le fonctionnement de la science et les apprentissages scientifiques, précisément en focométrie ; alors les apprenants seront beaucoup plus focalisés sur les problèmes de réglages du dispositif expérimental et de la fiabilité de l'instrument de mesure... Ces derniers pourront perdre de vue le phénomène physique étudié et à ce moment, le débat suscité dans la salle ne sera plus orienté vers l'objectif d'apprentissage.

Si au contraire l'on s'appuie sur l'épistémologie de l'obstacle, cela reviendrait à prendre en compte les conceptions des élèves sur la formation des images ; et dans un tel débat ou une telle confrontation, c'est le changement conceptuel qui serait mis en exergue. On se retrouve là immergé dans la didactique des sciences (Astolfi & Develay, 1989 ; Astolfi & Peterfalvi, 1993). « Le débat y est vu comme un moyen d'aider les élèves à prendre conscience de la diversité des idées présentes dans la classe et de remettre en question leurs propres affirmations » (Orange, 2003 p.2). Le conflit sociocognitif est donc présent dans le débat en classe ; les activités langagières y trouvent une place prépondérante dans ce cadre épistémologique et didactique notamment dans les

apprentissages scientifiques. Dans les différentes interactions, les échanges oraux et les argumentations que l'on observe sont considérés comme des moyens d'apprendre et de changer de conceptions.

Dans un tel débat scientifique, au-delà du changement de conception constaté, nous notons également une meilleure construction du concept de focométrie chez ces apprenants. Dans un tel contexte, l'interdisciplinarité entre didacticiens de la physique et didacticiens du français (spécialiste des sciences du langage) est perceptible et nécessaire. Nous allons étayer notre point de vue dans les développements qui suivent.

## **2. Savoirs scientifiques, processus de modélisation, registres sémiotiques.**

### ***2.1. Savoirs scientifiques***

Le débat suscité dans la salle de classe permet-il une réelle construction du savoir scientifique ou une meilleure conceptualisation du phénomène de focométrie ? Parce qu'il s'agit d'une situation où les interactions, le processus de modélisation et les registres sémiotiques se jouent<sup>1</sup> et que ces éléments sont constitutifs des savoirs scientifiques.

Considérons la classe de premières scientifiques travaillant sur la focométrie des lentilles minces ; dans ce cadre, l'on s'interroge sur comment modéliser une activité expérimentale ? Comment l'élève modélise-t-il une réalité matérielle ? Comment le discours de modélisation tenu par l'enseignant agit-il sur la construction de sens par l'élève ? Dans le cadre des interactions sociales en classe, l'intervention éducative présente dans l'apprentissage par projet est-elle adaptée pour expliquer les interactions entre enseignant - élèves et élèves - élèves ? Pour répondre à ces préoccupations, nous préciserons la façon dont nous concevons les activités et les savoirs scientifiques dans l'approche par projet ; nous présenterons le langage comme étant fondamental pour l'apprentissage.

---

<sup>1</sup> Il n'est pas question ici de penser que le processus de modélisation, les registres sémiotiques et les interactions ne se développent que dans des débats ; Mais nous voulons montrer que ces éléments sont des dispositifs didactiques d'aide à la construction des savoirs.

La séquence d'enseignement-apprentissage est constituée des tâches suivantes :

**Tâche 1 :** Faire des investigations ; ici l'enseignant met à la disposition des apprenants des ressources.



On peut penser que la ressource documentaire seule peut paraître peu motivante pour les élèves. Mais elle peut prendre une tout autre dimension lorsqu'elle est mise au service d'un véritable questionnement, qu'elle constitue un moyen de trouver la vérité, de répondre aux questions que l'on s'est soi-même posé (Ambomo, Ayina Bouni & Owono Owono, 2021, p.11).

**Tâche 2 :** Identification du matériel didactique (lentilles convergentes, lentilles divergentes sources lumineuses, objets, écrans...)



**Tâche 3 :** Réaliser le montage du banc optique.



**Tâche 4 :** Construire l'image d'un objet à travers une lentille convergente, puis identifier les différentes positions  $\overline{OA}$  ;  $\overline{OA'}$  ;  $\overline{OF'}$  ;  $\overline{OF}$ .



**Tâche 5 :** Déterminer les deux positions de la lentille pour laquelle nous avons une image nette sur l'écran.

Tâche 6 : Identifier les différentes positions :  $\overline{OA_1}$  ;  $\overline{OA_2}$  ;  $\overline{OA'}$  ;  $\overline{OF'}$  ;  $\overline{OF}$  ; D (distance objet-écran) ; d (distance entre les deux positions de la lentille convergente pour laquelle nous avons une image nette sur l'écran).



**Tâche 7 :** Utiliser la formule de Bessel pour déterminer la distance focale de la lentille (lentille convergente) et déduire sa vergence.

**Tâche 8 :** Pour trois positions différentes de l'objet, déterminer les différentes focales et faire la moyenne ; puis, comparer avec la valeur théorique.

**Tâche 9 :** Identifier l'unique position de la lentille pour laquelle nous avons une image nette sur l'écran (cas de Silbermann) ; puis, déterminer sa distance focale (formule de Silbermann) et en déduire sa vergence C.

**Tâche 10 :** reprendre la Tâche 9 pour trois positions différentes de l'objet, puis déterminer les différentes focales et faire la moyenne ; en déduire la vergence C et comparer avec la valeur théorique.

En physique, l'activité scientifique devrait permettre une meilleure conceptualisation des phénomènes ; le processus enseignement-apprentissage requiert la construction des modèles explicatifs dans le but de mieux s'adapter au réel, de mieux adapter le réel à lui-même, mais aussi de mieux connaître le réel.

Considérons un échange au cours du débat qui a lieu dans l'un des quatre groupes de la salle de classe.

92	Enseignant : Qu'arrivera-t-il à l'image si on enlève la lentille?
93	Esther : Si on enlève la lentille, nous ne verrons plus rien sur l'écran ; car, c'est la lentille qui donne l'image sur l'écran.
95	Eric : Moi je ne suis pas sûr, je pense que l'image reste la même ; il n'y a pas de changement entre l'objet et l'image.
97	Audrey : De mon point de vue ; l'image restera la même mais serait moins claire.
99	David : À mon avis, l'image apparaît renversée même si on enlève la lentille.

L'étude de l'ensemble de la transcription montre qu'il y'a accord dans la classe pour les faire entrer dans le champ empirique du problème travaillé : il y'a identification d'une contrainte empirique pertinente. Et cette contrainte empirique n'a de sens que par la contrainte sur le champ des modèles qu'elle contribue à construire : La lentille à un rôle primordiale dans la formation des images.

Un autre exemple extrait du même débat :

60	Enseignant : Comment l'image d'un objet lumineux se forme-t-elle à travers une lentille convergente ?
63	Pierre : l'image de l'objet lumineux se déplace dans l'espace à partir de l'objet, puis s'affiche sur l'écran.
64	Vanessa : l'objet lumineux se déplace dans l'espace à partir du point de départ, puis s'affiche sans inversion sur l'écran.
65	Lucie : l'image de l'objet lumineux sera inversée sur l'écran.

Pierre pense que le rôle de la lentille convergente est de provoquer l'inversion de l'image, par contre Vanessa estime que l'image apparaîtra droite sur l'écran.

154	Enseignant : Comment peut-on déterminer la distance focale d'une lentille convergente ?
156	Fanta : à l'aide de la formule de conjugaison
158	Ury : c'est en effectuant une division par deux de la distance écran-lentille
160	Laura : c'est en effectuant une division par quatre de la distance écran-lentille
162	Donald : c'est en effectuant une division par quatre de la distance objet-lentille
164	Roméo : c'est en effectuant une division par deux de la distance écran-objet

Sur la question du rôle de l'écran dans la formation de l'image,

112	Sonia : le rôle de l'écran est de nous afficher l'image
113	Yannick : le rôle de l'écran est de rendre l'image clairement visible
114	Loïck : le rôle de l'écran est d'afficher l'image en l'envers

La classe ne se mettra pas d'accord sur une solution concernant ces différents débats. Ce n'est d'ailleurs pas l'objectif. Quelque chose de très important s'y joue : l'exploration du champ des idées explicatives possibles de façon à l'organiser en repérant les conditions de possibilités

de la solution ; ce que nous appelons la conceptualisation de la focométrie.

Dans le contexte épistémologique de ce travail, « la question du VRAI à certes un rôle de régulation, mais l'ordre du savoir scientifique n'est pas celui du VRAI et du FAUX : c'est celui du POSSIBLE, de L'IMPOSSIBLE ; du NECESSAIRE et du CONTINGENT » (Orange 2003).

Le caractère d'apodicticité des savoirs scientifiques est mis en exergue (Bachelard 1947) : « Savoir en science n'est pas savoir que – Savoir assertorique, mais savoir que cela ne peut pas être autrement-savoir apodictique » (Reboul, 1992) cité dans (Orange, 2003, p.5).

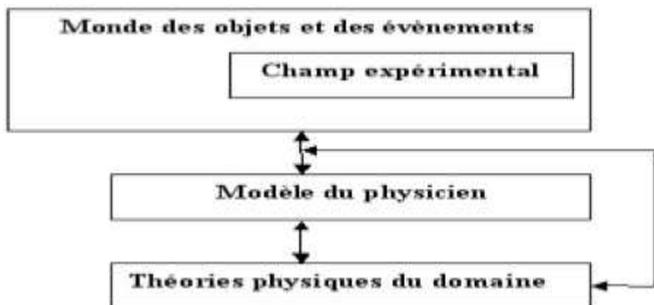
## ***2.2. Processus de modélisation***

### ***a) Modélisation d'une activité expérimentale***

Pour interpréter le monde, Les sciences physiques ont besoin de modéliser certaines réalités. Dans le cadre de cette recherche, le domaine d'étude est la détermination expérimentale de la distance focale d'une lentille en optique géométrique.

La théorie ; le modèle et la réalité empirique sont les trois pôles mis en œuvre dans le processus de modélisation ; et ce sont ces pôles qui sont en interaction dans la démarche de modélisation. Dans un premier temps l'enseignant considère le modèle comme structure théorique cohérente pour expliquer le phénomène ; puis, il articule l'étude du phénomène dans son champ expérimental et enfin applique ce modèle avec le champ expérimental à valider.

Dans l'enseignement des sciences physiques, les didacticiens affirment que la modélisation est un processus central du fonctionnement de savoir savant en physique (Tiberghien, 1994). La modélisation chez le physicien se fait en faisant interagir trois principaux acteurs : la théorie du spécialiste, le champ empirique et le modèle construit. L'objectif étant de décrire non pas les choses réelles, mais les connaissances que les physiciens ont sur le monde matériel. Une forme de schéma récapitulatif (Buty, 2000) rejoint le point de vue de Tiberghien.



Elaboration d'un modèle en physique (Buty, 2000).

### ***b) Hypothèse de modélisation chez l'élève***

Lorsque l'apprenant construit son modèle, il ne s'appuie pas sur une théorie physique, mais il convoque une « théorie » du monde matériel qui dépend de son point de vue personnel constitué par sa culture, son histoire ; nous pouvons donc constater chez l'apprenant, l'utilisation d'un contexte social qui diffère du contexte scientifique. L'apprenant, qu'il soit en classe ou dans la vie quotidienne, se heurte à plusieurs problèmes plus ou moins complexes. Pour surmonter ces problèmes, il construit son modèle propre en s'appuyant sur : “ses connaissances antérieures, le dispositif matériel, le discours et les consignes de l'enseignant s'ils existent...” (Buty, 2000, p. 19).

Ce modèle établi par l'élève peut permettre d'expliquer certaines situations ou phénomènes physiques observées, mais il ne sera pas aussi pertinent que celui du physicien. Nous constatons que « la modélisation de l'élève suit la même logique que celle du physicien, mais diffère au niveau des théories et du processus de modélisation.

*La modélisation chez l'élève repose sur son raisonnement propre c'est-à-dire son fonctionnement cognitif. Il peut faire intervenir des analogies modélisées dans sa connaissance ou encore imite le modèle déjà vécu qu'il a rencontré avec un membre de sa famille, son professeur ou un pair. De ce fait il sera confronté à deux mondes totalement différents, mais qui sont toujours en interaction : situation expérimentale et son explication théorique. (Achouri, 2005, p.24).*

### ***c) Discours de modélisation***

Lors d'une séquence d'enseignement - apprentissage en focométrie, l'enseignant qui habitue les apprenants à des activités conscientes de modélisation favorise chez eux la construction du sens du concept de focométrie. Cet enseignant établit le lien entre deux mondes différents : le monde des objets/événements et le monde de la théorie/modèle ; l'apprenant qui comprend cette mise en relation, utilisera ces deux mondes pour construire du sens aux différents concepts qui sont contenus dans la focométrie (la formation des images, le rayon lumineux, la distance focale...)

Un enseignement basé sur la modélisation fait ressortir trois moments : 1/ l'intégration d'un nouveau modèle ; 2/ Le fait donner une signification pour aider les élèves à comprendre le nouveau modèle ; 3/ l'application de cette nouvelle théorie/modèle avec l'élève dans l'interprétation des expériences (Tiberghien & Megalakaki, 1995). La modélisation de la focométrie revient donc, à passer de la pensée physique du phénomène à sa matérialisation iconique ; et cette transition constitue l'une des grandes difficultés de la physique. Il faut du temps et des explications pour faire comprendre qu'un modèle n'est pas l'objet étudié lui-même mais seulement une représentation, avec un champ d'application et un domaine de validité propre.

### ***2.3. Registres sémiotiques***

Dans la focométrie des lentilles minces, l'on ne peut se passer du langage, des schémas, d'images, des symboles et des graphes. Ceux-ci permettent au physicien de se faire une représentation de la réalité, d'élaborer des modèles, et sont de puissants supports pour approfondir des raisonnements et résoudre des problèmes souvent abstraits. Ces éléments dont on ne peut s'en passer constituent les registres sémiotiques. L'on distingue donc quatre registres sémiotiques : 1/ Le langage naturel : le langage utilisé par l'enseignant ou par l'élève toujours présent dans la réalisation en classe ; 2/ la représentation symbolique : les formules mathématiques et les équations ; 3/ la représentation graphique : un graphe d'une fonction mathématique. 4/ la représentation schématique : utilisation des schémas (marche des rayons lumineux, construction de l'image d'un objet à travers une lentille convergente...).

Chaque représentation permet de mettre en avant un ou plusieurs aspects du modèle, de représenter différemment un objet ; le passage d'une représentation à une autre aide l'élève à prendre conscience des démarches de modélisation. Les représentations sémiotiques « sont des représentations dont la production ne peut se faire sans la mobilisation d'un système sémiotique : ainsi les représentations peuvent être des productions discursives (en langue naturelle, en langue formelle) ou non discursives (figures, graphiques, schémas...) » (Duval, 1995, p. 356). Les travaux de Duval mettent en exergue trois fonctions liés aux systèmes sémiotiques : 1/ l'objectivation, ici l'apprenant prend conscience de la signification d'une idée ; 2/ le traitement, à ce niveau l'apprenant exploite l'information au sein d'un même système sémiotique ; 3/ la communication où le sujet utilise différents registres pour communiquer avec les autres. Ces différentes représentations sémiotiques sont donc indispensables pour communiquer et elles sont nécessaires au développement de l'activité mentale de l'élève.

*La spécificité des représentations sémiotiques consiste dans ce qu'elles sont relatives à un système particulier de signes... et qu'elles peuvent être converties en des représentations équivalentes dans un autre système sémiotique mais pouvant prendre des significations différentes pour le sujet qui les utilise. La notion de représentation sémiotique présuppose donc la prise en compte de systèmes sémiotiques différents et celle d'une opération cognitive de conversion des représentations d'un système sémiotique à l'autre.* (Duval, 1995, p.17).

### **3. Intervention éducative et interactions en classe.**

L'intervention éducative est définie comme une médiation pédagogicodidactique relevant de l'intervenant (l'enseignant) qui prend en considération les aspects organisationnels et les perspectives contextuelles (institutionnelles et sociales). Elle porte sur la médiation cognitive mise en œuvre par les apprenants ; à ce niveau, les comportements mentaux jouent un rôle fondamental dans l'étude du comportement humain et en particulier dans l'apprentissage. Ce dernier ne résulte pas d'une réponse passive à une action initiatrice mais résulte des interactions entre plusieurs acteurs dans un contexte social et physique. L'intervention éducative est constituée d'une phase de

planification (phase pré-active) pour l'identification de la situation problème et la structuration du dispositif, d'une phase d'actualisation en classe ou phase interactive marquée par l'agir en situation, et d'une phase d'évaluation (phase post-active) Nkeck Bidias (2015).

Dans la séquence d'enseignement-apprentissage suivant l'approche par projet, nous avons une variété des interactions (enseignant-élèves et élèves-élèves) visible à travers la description du champ empirique et du champ des modèles dans la focométries des lentilles minces. Ces interactions permettent aux apprenants de réorganiser et de structurer leurs connaissances ; en reformulant, réinterprétant ou en opposant différents points de vue pour tester leurs validités. On observe alors une construction de schématisations (Grize, 1997) d'idées proposées par les élèves (répartis en petits groupes) comme solution au problème étudié. L'apprenant est donc un acteur actif dans la construction de ses connaissances (Vygotsky 1997) et l'action de l'enseignant doit se situer dans la zone proximale de développement<sup>2</sup> de l'apprenant.

La médiation pédagogicodidactique instaure par ailleurs, une situation problématisante qui est une interaction constructive de connaissance entre un actant et un milieu. Elle agit en tant qu'espace transitionnel et transactionnel au sein duquel deux médiations interagissent à partir de dispositifs d'enseignements : La médiation interne d'ordre cognitif, propre au sujet apprenant et la médiation externe relevant de l'enseignant (Lenoir, 2004). L'on retrouve au sein de cette médiation pédagogicodidactique les situations didactiques et d'intégrations. La situation didactique permet d'introduire un nouveau savoir ou un nouveau savoir-faire ; elle permet à l'apprenant de manipuler, chercher, découvrir et pratiquer pour mieux comprendre ; bref, il construit ses connaissances. La situation d'intégration quant à elle permet d'exercer la compétence et vérifier si les apprenants ont assimilé les ressources nouvellement acquises. Elle est mise en place après un ensemble de leçons et permet à l'enseignant de découvrir les lacunes des apprenants. Le modèle d'interstructuration cognitive (MIE 4) est mis en œuvre et se caractérise par une pédagogie interactive de la recherche. Comme modalité d'opérationnalisation nous avons d'une part

---

<sup>2</sup> Elle représente l'écart entre ce que l'individu peut représenter sur le plan intellectuel pendant son parcours et ce qu'il peut faire grâce à la médiation d'autrui ; c'est aussi le clivage ou la distance constaté entre le développement actuel de l'apprenant à travers la façon dont il résout les problèmes et son développement potentiel lorsqu'il est assisté par un enseignant ou d'autres apprenants.

l'interaction dynamique apprenant/savoir/enseignant et d'autre part la conception des finalités éducatives reposant sur une centration sur les interactions constructives de la relation éducative.

De ce modèle, se décline une démarche d'apprentissage comportant trois phases en interaction non linéaires (l'investigation spontanée ; l'investigation structurée ; la structuration régulée). L'investigation spontanée fait appel aux schèmes assimilateurs tandis que la structuration régulée (structuration contrôlée de l'extérieur par rapport à l'apprenant) s'appuie sur l'accommodation.

## Conclusion

En somme, il était question pour nous de montrer en quoi l'étude des relations entre activités langagières et apprentissages scientifiques dans la conceptualisation de la focométrie des lentilles minces était nécessairement guidée par le cadre épistémologique dans lequel on pense ces apprentissages. Il est donc nécessaire de se pencher davantage sur ce cadre de façon à montrer de manière explicite la collaboration indispensable entre didacticiens des sciences et du français ; de façon également à éviter de tomber inconsciemment dans le tout langagier.

Les aspects que nous avons abordés ici dans le cadre de ce travail pour comprendre les activités langagières dans des apprentissages scientifiques notamment la conceptualisation de la focométrie des lentilles minces, sont autant de questions orientées vers les spécialistes des sciences du langage.

Le processus de modélisation et les registres sémiotiques sont entre autres, quelques aspects où les didacticiens des sciences et du français, dans une action interdisciplinaire, peuvent travailler pour une meilleure conceptualisation du savoir.

## Bibliographie

**Achouri, Tachoua Njoud** (2005), *Interactions enseignant-élèves et situation d'enseignement apprentissage en optique géométrique*, Thèse, Université de Tunis et de Lyon II.

**Ambomo Nicole, Ayina Bouni & Owono Owono Luc Calvin** (2021), Conceptions et représentations : Quelle épistémologie pour l'enseignant des Sciences expérimentales, RISEY, 1(1), 1-15.

- Astolfi Jean Pierre & Peterfalvi Brigitte** (1993), Obstacle et construction de situation didactique en science expérimentales, *Aster*, 16, p.103-141.
- Astolfi, Jean Pierre & Develay Michel** (1989), *La didactique des sciences*, Paris Presse universitaire de France.
- Bachelard Gaston** (1947), *Le rationalisme appliqué*. Paris, Presse universitaire de France.
- Buty Christian** (2000). Étude d'un apprentissage dans une séquence d'enseignement en optique géométrique à l'aide d'une modélisation informatique, *thèse de doctorat*, Université lumière Lyon II.
- Champy Philippe & Etévé Christiane** (2005), *Dictionnaire encyclopédique de l'éducation et de la formation*, Retz, Paris.
- Duval Raymond** (1995), *Sémiosis et pensée humaine*, Bern.
- Grize Jean Blaise** (1997), Logique et langage, Ophrys.
- Lenoir Yves** (2004), Les médiations au Coeur des pratiques d'enseignements –apprentissage: une approche dialectique. Longueuil, Québec, Groupéditions Éditeurs.
- Orange Christian** (2003), Apprentissages scientifiques, activités langagières et problématisation [colloque], Construction des connaissances et langage dans les disciplines d'enseignement. Bordeaux, [airdf.ouvaton.org/archives/bordeaux-2003/pdf/orange.pdf](http://airdf.ouvaton.org/archives/bordeaux-2003/pdf/orange.pdf)
- Nkeck Bidias, Renée Solange** (2015), Dispositifs didactiques de plateforme formation-enseignement : éducation à l'environnement, Presses Universitaires Francophones.
- Reboul Olivier** (1992), *Les valeurs de l'éducation*, Paris : Presses universitaires de France.
- Tiberghien Andrée & Megalakaki Olga** (1995), Characterization of a modeling activity for a first qualitative approach to the concept of energy. *European Journal of Psychology of Education*, vol. 10 n° 3, p. 369-383
- Tiberghien Andrée** (1994), Modeling as a basis for analyzing teaching-learning situations. *Learning and Instruction*, vol 4 p.71-87
- Vygotsky Lev Semionovitch** (1997), Pensée et langage, Paris, La dispute.