CHANGEMENT DE VARIABLE DANS LA RESOLUTION D'ÉQUATIONS TRIGONOMÉTRIQUES EN 11ÈME SCIENCES

DIARRA* Amadou

Résumé – La trigonométrie est l'un des principaux chapitres de mathématiques dans les filières scientifiques du lycée au Mali. Abordée sur plusieurs niveaux, nous avons observé durant notre stage des pratiques dans son enseignement qui posent question. Dans ce texte nous nous intéressons aux résolutions algébriques dans $\mathbb{R}$ des équations d'inconnue x du type $acosx + bsinx + c = 0$ où a ; b et c sont des nombres réels. Ce texte présente les résultats d'une expérimentation autour de ce type d'équation avec des élèves de 11ème Sciences (élèves de 16-17 ans).

Mots-clefs : trigonométrie, équations trigonométriques, technique de résolution.

Abstract : Trigonometry is one of the main chapter of Mathematics in scientifics educational stream of high school in Mali. Addressed on several levels, we observed during our practical training, practices in his teaching could be problematic. In this text we will be focus on algebraic resolution in R of unknown x equations of the $acosx+bsinx+c= 0$ type where a, b and c are real numbers. This text has the results of the experimentation with that type of equation with 2nd year science of high school students (11eme science) (16-17 years old).

Keywords: trigonometry, trigonometric equations, resolution technique

I. INTRODUCTION

Au Mali, il n'y a pas de manuels « officiels » pour l'enseignement des mathématiques au lycée. Les ressources exploitées par les enseignants sont en général des manuels des collections : DECLIC, CIAM, IRMA… Certains utilisent des ressources pédagogiques libres ; en particulier le site malimath.net (site géré par un groupe d'enseignants et de formateurs en mathématiques). Les ouvrages CIAM et IRMA recouvrent une grande partie du programme de mathématiques de plusieurs États de l'Afrique de l'Ouest du Madagascar et de l'Océanie. Toutefois, cette abondance de ressources semble ouvrir la voie à certaines dérives dans les pratiques d'enseignement qui semblent très éloignées des préconisations inscrites dans les programmes maliens.

Durant notre stage, nous avons observé certains faits sur l'enseignement de la trigonométrie qui nous semble être des insuffisances. Il s'agit d'une part de l'appropriation de la notion d'angles par les élèves et d'autre part de la résolution dans R d'équations d'inconnue x du type acosx+bsinx+c=0.

Notre intérêt pour la trigonométrie est double. Elle figure dans tous les programmes de mathématiques des filières scientifiques de la 10ème à la terminale ; elle est également utilisée dans plusieurs chapitres des programmes de sciences physiques.

Pour cette étude nous nous posons les questions suivantes :

- Comment les enseignants abordent les résolutions dans R d'équation du type

acosx+ bsinx+c=0 où a, b et c sont des nombres réels?

- Que proposent les manuels familièrement utilisés par rapport à la résolution de ces équations ?

- Que peut-on proposer pour améliorer son enseignement/apprentissage ? Pour mener ce travail, nous faisons d'abord une étude du sujet par rapport au programme et des pratiques de

* Enseignant de mathématiques au Lycée Bilaly Sissoko (Bamako) – Mali – diarraamadoulassine@yahoo.fr

classe. Puis nous présentons le contexte d'étude et enfin nous effectuons une expérimentation de situations construites autour de ces résolutions d'équations.

II. ANALYSE DES PROGRAMMES ET PRATIQUES DE CLASSE

1. Méthodologie

Elle se fonde :

- sur la mise en rapport de différentes d'analyses, des programmes du Mali, des manuels usuellement utilisés par les enseignants, des pratiques de classe sur la trigonométrie, en particulier sur la résolution de certains types d'équations trigonométriques ;
- sur l'élaboration et la mise à l'épreuve d'une situation expérimentale, qui met à l'épreuve une méthode de résolution d'équations trigonométriques non fréquente dans nos pratiques de classes

Nous avons dans un premier temps procédé à une série d'entretiens auprès d'une dizaine d'enseignants de mathématiques en exercice dans différents établissements secondaires malienne. Ces enseignants ont tous au moins une maitrise en mathématiques sinon sont des sortants de l'école normale supérieure de Bamako. Pour ces entretiens nous nous donnons le soin de proposer deux équations du type $acosx + bsinx + c = 0$ où a b et c sont des constantes réelles. Ces équations sont choisies suivant les valeurs des variables a ; b et c :

Une première, de sorte que les réels a, b et c nous permettent de retrouver un angle remarquable φ tel que pour $r = \sqrt{a^2 + b^2}$ $, si\ r \neq 0$ alors :$\begin{cases} cos\varphi = \frac{a}{r} \\ sin\varphi = \frac{b}{r} \end{cases}$ et que $\frac{-c}{r}$ soit aussi la valeur du cosinus d'un angle remarquable A.

La seconde condition était de prendre les réels a ; b et c de sorte qu'aucune des conditions recherchées précédemment ne soit réalisé c'est-à-dire que ni φ ni A ne soit des angles remarquables.

La résolution de ces deux équations avait pour but de nous donner des indices sur comment les enseignants abordent de tels résolutions ; quels sont les méthodes dont ils disposent. Après la question était de savoir :

- S'ils proposent en classe des résolutions d'équation du type$acosx + bsinx + c = 0$ où les solutions ne sont pas des angles remarquables
- Si oui que proposent-ils aux élèves pour de tels résolutions ; sinon pourquoi ?

L'analyse de ces entretiens a révélé que la plupart des enseignants ne proposent pas de résolution dans lesquelles les solutions ne sont pas des angles remarquables. Ceux qui en proposent le font avec des indications de solution (proposition d'une piste de solution à suivre). Ceux qui n'en proposent pas mettent en avant l'une des raisons suivantes : le facteur temps ; le manque de matériel didactique pour l'utilisation de certains registres pour la résolution ; le niveau de compréhension des élèves ; la faible fréquence de ces types de problème dans les manuels ; les programmes ne l'exigent pas.

2. *Analyse des programmes maliens de mathématiques de la 7ème à la 11ème année*

Dans le cursus scolaire du Mali, l'étude de la trigonométrie débute dès l'enseignement fondamental[1] (1er cycle et 2ème cycle - élèves de 5 à 15 ans) avec l'étude des différents types d'angle. Les secteurs angulaires sont introduits en 7ème. La notion d'angle apparaît en *8ème*, en tant que classe d'équivalence de secteurs angulaires. En 9ème l'enseignement de la trigonométrie est centré sur les calculs des rapports trigonométriques dans un triangle rectangle (Sangare, 2009).

En classe de 10ème (seconde - élèves de 15-16 ans), il y a un retour sur les rapports trigonométriques et les relations métriques dans le triangle rectangle, puis l'introduction du cercle trigonométrique.

En 11ème S (Première Sciences), une étude plus approfondie de la trigonométrie est abordée avec :

- Calculs sur les angles orientés. Mesure d'un angle orienté

- Formules usuelles de transformation. : Formules d'addition et de multiplication

- Propriétés des fonctions trigonométriques : fonction paire, impaire, périodique[2].

- Équations dans :$sinx = a$; $cosx = a$;$tanx = a$;$acosx + bsinx + c = 0$.

- Résolution dans IR d'inéquations du type $sinx < a$; $cosx < a$

Concernant les résolutions d'équations, les programmes ne recommandent pas de méthode de résolution.

3. *Étude des pratiques*

Au niveau de l'établissement : nous avons mené différents entretiens, sans questionnaire pré-établi, avec le tuteur et avec trois enseignants. Les échanges portaient sur l'élaboration d'une fiche de séquence sur les résolutions dans $\mathbb{R}$ des équations trigonométriques en 11ème Sciences. Nous avons observé que les enseignants ne proposent qu'une stratégie pour résoudre les équations dans $\mathbb{R}$ des équations du type $acosx + bsinx + c = 0$, (a *;* b et c sont des constantes réels). Cette stratégie se résume comme suit :

Soit $r = \sqrt{a^2 + b^2}$ $, si\ r \neq 0$ il existe un angle φ tel que :$\begin{cases} cos\varphi = \frac{a}{r} \\ sin\varphi = \frac{b}{r} \end{cases}$

L'équation dévient donc équivalente à : $\cos(x - \varphi) = \frac{-c}{r}$. En posant $X = x - \varphi$ et $A = \frac{-c}{r}$ où $\frac{-c}{r} \in [-1; 1]$ et il existe un angle α tel que : $\cos\alpha = A$.

Nous avons aussi observé que les enseignants ne proposent que des cas où α et φ sont des angles remarquables. Autrement dit, $\frac{-c}{r}$, $\frac{a}{r}$et$\frac{b}{r}$ ne correspondent pas à un rapport

---

[1] L'enseignement fondamental au Mali est constitué de deux cycles :
– le premier cycle comprend 6 niveaux scolaires de la 1ère année à 6ème année (l'accès à la 1ère année s'effectue pour des enfants ayant au moins 6 ans);
– le second cycle comprend 3 niveaux de la 7ème à la 9ème ; la fin de ce cycle est sanctionnée par l'épreuve du Diplôme d'Études Fondamentales (D.E.F.)

[2] Ministère de l'éducation nationale du Mali (2011). Programme de mathématiques de l'enseignement secondaire général (10ème et 11ème sciences)

trigonométrique d'angles remarquables. Nous estimons que ce choix d'enseignement réduit les acquis des élèves aux cas particuliers de résolution d'équations trigonométriques.

Les résultats de ces différentes investigations nous ont permis d'identifier un certain nombre d'éléments susceptibles d'être générateurs de difficultés pour la résolution des équations trigonométriques du type $acosx + bsinx + c = 0$.

C'est au regard de ces enquêtes que nous proposons finalement une situation d'expérimentation permettant de mieux comprendre la conception des élèves sur ces dites équations et d'introduire de nouvelles pistes de solution permettant de favoriser leurs capacités dans la résolution de ces équations.

III. ANALYSE DES SITUATIONS EXPERIMENTALES

Nous avons choisi deux situations ayant pour objectif d'identifier les différentes stratégies de résolution qu'utilisent les élèves pour résoudre dans $\mathbb{R}$ les équations d'inconnue x du type $acosx + bsinx + c = 0$. Elles nous permettront aussi d'identifier les blocages et les difficultés dans les différentes stratégies. Puis nous étudierons un cas particulier non usuel selon les résultats d'entretien avec des enseignants sur leurs pratiques de classe autour des résolutions d'équation.

1. Situation 1

Énoncé. Résoudre si possible dans $\mathbb{R}$ l'équation d'inconnue x : $3cosx + \sqrt{3}sinx - 3 = 0$.

Dans cette situation, les valeurs *a=3*, $b = \sqrt{3}$ et $c = -3$ correspondent à un cas particulier où les solutions de l'équation seront des angles remarquables.

Solutions attendues par la méthode de transformation de l'équation sous la forme

$\cos x \ = \ a \ avec \ a \in \mathbb{R}$

D'après l'étude des pratiques de classe la plupart des élèves procédera comme suit.

$$r = \sqrt{(3)^2 + \left(\sqrt{3}\right)^2} = \sqrt{9+3} = \sqrt{12} \Rightarrow \begin{cases} cos\varphi = \dfrac{3}{\sqrt{12}} \\ sin\varphi = \dfrac{\sqrt{3}}{\sqrt{12}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} cos\varphi = \dfrac{\sqrt{3}}{2} \\ sin\varphi = \dfrac{1}{2} \end{cases} \Rightarrow \varphi = \frac{\pi}{6}$$

$$\Rightarrow \sqrt{12}\cos\left(x - \frac{\pi}{6}\right) - 3 = 0$$

$$\Rightarrow \cos\left(x - \frac{\pi}{6}\right) = \frac{3}{\sqrt{12}} \Rightarrow \cos\left(x - \frac{\pi}{6}\right) = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \cos\left(x - \frac{\pi}{6}\right) = cos\frac{\pi}{6}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x - \dfrac{\pi}{6} = \dfrac{\pi}{6} + 2k\pi \\ x - \dfrac{\pi}{6} = -\dfrac{\pi}{6} + 2k\pi \end{cases} k \in \mathbb{Z} \Rightarrow \begin{cases} x = \dfrac{\pi}{6} + \dfrac{\pi}{6} + 2k\pi \\ x = -\dfrac{\pi}{6} + \dfrac{\pi}{6} + 2k\pi \end{cases} k \in \mathbb{Z} \Rightarrow \begin{cases} x = \dfrac{\pi}{3} + 2k\pi \\ x = 2k\pi \end{cases} k \in \mathbb{Z}$$

L'ensemble solution de l'équation est $S = \left\{\frac{\pi}{3} + 2k\pi;\ 2k\pi; k \in \mathbb{Z}\right\}$

Nous pensons que les élèves n'auront pas de difficulté pour déterminer l'angle φ, transformer l'équation sous la forme $\cos(x - \varphi) = -\frac{c}{r}$; résoudre l'équation

$\cos(x-\varphi)=-\frac{c}{r}$. Nous rappelons que cette méthode est proposée par le professeur et abordée dans les manuels.

2. *Situation 2*

L'objectif est d'identifier les difficultés et les blocages d'élèves dans la résolution d'une équation dont les solutions ne sont pas des angles remarquables.

Énoncé. Résoudre si possible dans $\mathbb{R}$ l'équation : $2cosx-3sinx+1=0$.

Solutions attendues Deux méthodes sont possibles

Solutions attendues par la méthode transformation de l'équation sous la forme $\cos x = a$ *avec* $a\in\mathbb{R}$

$$r=\sqrt{(2)^2+(-3)^2}=\sqrt{4+9}=\sqrt{13} \Rightarrow \begin{cases} cos\varphi=\dfrac{2}{\sqrt{13}} \\ sin\varphi=\dfrac{-3}{\sqrt{13}} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} cos\varphi=\dfrac{2\sqrt{13}}{13} \\ sin\varphi=\dfrac{-3\sqrt{13}}{13} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\varphi\cong -0{,}98rd \Rightarrow \sqrt{13}\cos(x+0{,}98)+1\cong 0 \Rightarrow \cos(x+0{,}98)\cong\frac{-1}{\sqrt{13}}$$

$$\Rightarrow \cos(x+0{,}98)\cong-\frac{\sqrt{13}}{13} \Rightarrow \cos(x+0{,}98)\cong cos1{,}85$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x+0{,}98\cong 1{,}85+2k\pi \\ x+0{,}98\cong -1{,}85+2k\pi \end{cases} k\in\mathbb{Z} \Rightarrow \begin{cases} x\cong 0{,}87+2k\pi \\ x\cong -2{,}83+2k\pi \end{cases} k\in\mathbb{Z}$$

L'ensemble solution de l'équation est $S=\{-2{,}83+2k\pi; 0{,}87+\ 2k\pi; k\in\mathbb{Z}\}$

Les élèves peuvent avoir des difficultés dans cette stratégie de résolution car l'usage de la calculatrice n'est pas courant dans les pratiques de classe.

Solutions attendues par la méthode du changement de variable

Soit $x=\pi+2k\pi$; $k\in\mathbb{Z}$. On a $cosx=-1\ et\ sinx=0$ ce qui implique que

$2cosx-3sinx+1\neq 0$.

Pour toute solution $x\neq\pi+2k\pi$ de l'équation, $tan\ \frac{x}{2}$est défini.

Soit $t=\tan\frac{x}{2}$ alors $cosx=\frac{1-t^2}{1+t^2}\ et\ sinx=\frac{2t}{1+t^2}$.

Donc l'équation devient :

$$2\left(\frac{1-t^2}{1+t^2}\right)\ -\ 3\left(\frac{2t}{1+t^2}\right)+1=0 \Leftrightarrow \frac{2-2t^2}{1+t^2}-\frac{6t}{1+t^2}+1=0 \Leftrightarrow \frac{2-2t^2-6t+1+t^2}{1+t^2}=0$$

Qui donne : $\frac{-t^2-6t+3}{1+t^2}=0\ d'ou-t^2-6t+3=0\Leftrightarrow$ les solutions de cette dernière équation sont:$t_1=-3+2\sqrt{3}$et $t_2=-3-2\sqrt{3}$.

A l'aide de la calculatrice ou de la table trigonométrique des angles, on trouve:

$$\frac{x}{2}\cong\ 0{,}43+\ k\pi\ ou\ \frac{x}{2}\cong-1{,}42+k\pi;\ k\in\mathbb{Z}$$

C'est-à-dire $x\cong 0{,}86+2k\pi$ ou $x\cong-2{,}84+2k\pi$; $k\in\mathbb{Z}$.

L'ensemble solution de l'équation est donc :$S = \{0{,}86 + 2k\pi ; -2{,}84 + 2k\pi ; k \in \mathbb{Z}\}$.

Nous faisons l'hypothèse que cette deuxième méthode sera très peu utilisée dans les productions d'élèves, puisqu'elle n'est pas fréquente dans les pratiques de classe.

3. Relances prévues pour accompagner des procédures des élèves

Pour accompagner les élèves dans la découverte de cette méthode du changement de variable nous prévoyons quelques questions de relance :

a) *Avez-vous déjà résolu une équation en utilisant un changement d'inconnue ? Si oui proposez-en. Si oui, en avez-vous déjà utilisés pour résoudre des équations trigonométriques ; proposez-en pour la deuxième l'équation.*
b) *On pose $t = tan\frac{x}{2}$; exprimez l'équation initiale en une équation équivalente dont l'inconnue est t.*
c) *Les angles de la forme $\pi + 2k\pi$ sont-ils solutions de l'équation ?*
d) *Achevez la résolution de l'équation d'inconnue x.*
e) *Pensez-vous que la démarche de résolution précédente peut s'appliquer à toute équation du type $acosx + bsinx + c = 0$.*

Ces questions de relance ont été construites sur la base d'une succession d'étapes dans une démarche de résolution d'équation trigonométrique du type de la situation 2 utilisant le changement de variable de $cosx$ et $sinx$ en fonction $tan\frac{x}{2}$.

Ces questions de relance étaient prévues seulement pour la situation 2.

4. Déroulement de l'expérimentation

Elle a eu lieu avec 36 élèves d'une classe de 11ème S (16-17 ans) du lycée Bouillagui Fadiga (Bamako)[3]. Nous précisons toutefois que nous ne sommes pas le professeur de mathématiques titulaire de la classe et que le chapitre de la trigonométrie est déjà enseigné en intégralité. Nous avons réorganisé la classe en groupe de quatre élèves afin de permettre les échanges entre les élèves. Les notes de cours sont autorisées. Les élèves disposent aussi de leur trousseau de géométrie et de calculatrice.

Les situations sont prévues respectivement pour 20 et 25 minutes chacune. Chacune des situations est suivie d'une phase de correction et de synthèse de 30 minutes.

Pendant la première situation, nous suivons le déroulement des activités et intervenons (si nécessaire) pour amener les membres du groupe à trancher sur des critères uniquement mathématiques. Quant à la deuxième situation nous accompagnons les élèves avec des questions de relance prévues qui sont décrites dans le paragraphe précédent.

IV. ANALYSE DES PRODUCTIONS ET RESULTATS

Lors de la résolution des deux situations, les élèves n'ont utilisé que la *méthode 1* décrite précédemment.

---

[3] Etablissement d'enseignement public du Mali de 800 élèves en moyenne chaque année.

1. *Situation 1*

Cinq groupes sur neuf n'ont pas pu déterminer un ensemble des solutions de l'équation *3 cosx* + √*3 sinx - 3 = 0* et nous avons identifié un certain nombre de difficultés :

- trois groupes sur neuf ont eu une mauvaise valeur de l'angle φ. C'est-à-dire $r = \sqrt{3^2 + \sqrt{3}^2} = 2\sqrt{3}\ on\ a \begin{cases} cos\varphi = \frac{\sqrt{3}}{2} \\ sin\varphi = \frac{1}{2} \end{cases} \Leftrightarrow \varphi = \frac{\pi}{3}$ au lieu de $\varphi = \frac{\pi}{6}$

- deux groupes sur neuf ont fait des erreurs dans l'utilisation des formules de transformation. Trois groupes ont fait des erreurs (confusion entre $\cos(a + b)$ et $\cos(a - b)$dans la résolution de l'équation. Nous y avons remédié avec des exemples à partir des tables des rapports trigonométriques des angles remarquables et des rappels sur les formules de transformation et de résolution.

2. *Situation2*

Aucun groupe n'a pu trouver l'ensemble solution de l'équation $2cosx - 3sinx + 1 = 0$. La plupart des groupes ont essayé de transformer l'équation sous la forme *cos x=a.* Mais tous sont restés bloquer après avoir calculé la valeur de $r = \sqrt{a^2 + b^2}$. Dans ce cas d'équation la valeur de φ n'est pas celle d'un angle remarquable. Nous pensons que ces difficultés sont liées au fait que la plupart des exemples étudiés en classe n'utilise que les valeurs remarquables pour déterminer φ et α. L'usage de la calculatrice suffisait pour la détermination de ces deux angles. Le fait de ne pas avoir pu trouver d'angle remarquable correspondant à φ et à α a amené la plupart des élèves à conclure que l'équation n'admet pas de solution. Rappelons que la plupart des élèves ne pense pas à l'utilisation de la calculatrice pour la détermination de l'angle φ.Signalons qu'aucun groupe n'a utilisé une autre méthode que celle utilisée pour la *Situation 1.*

Dans la suite, nous avons orienté les élèves vers la méthode de changement de variable avec des questions de relance. Cette démarche demande la transformation de l'équation trigonométrique en une équation algébrique à l'aide du changement de variable:

$cosx = \frac{1-t^2}{1+t^2}\ et\ sinx = \frac{2t}{1+t^2}$.

Tous les groupes ont pu donner l'expression de cosinus et sinus en fonction de tangente. Parmi les neuf groupes, tous ont réussi à effectuer le changement de variable et transformer l'équation trigonométrique en équation algébrique. La question sur la réduction de l'équation n'a plus été utilisée car les différents groupes l'avaient deviné. Seul un groupe a fait une erreur au niveau de la réduction au même dénominateur l'équation$\frac{2-2t^2}{1+t^2} - \frac{6t}{1+t^2} + 1 = 0$.

Pour la résolution de l'équation algébrique du second degré$-t^2 - 6t + 3 = 0$, sept des huit groupes qui l'ont retrouvée, ont pu la résoudre correctement. Un groupe n'a pas pu déduire l'ensemble solution de l'équation trigonométrique à cause d'une mauvaise manipulation de la calculatrice.

Notons que le temps réduit octroyé pour l'expérimentation et /ou l'insuffisance de matériel didactique ne nous ont pas permis d'engager les élèves à utiliser les registres graphique et numérique : une telle technique pouvait induire des pistes prometteuses pour une solution souhaitée. Signalons que les calculatrices au niveau des élèves ; les vidéo- projecteurs et les ordinateurs au niveau des enseignants sont des ressources qui font vraiment défaut. Leur accessibilité pouvait être d'un grand apport dans notre étude. Le caractère dynamique de certains logiciels de géométrie tel que GeoGebra pouvait nous permettre de mieux aborder les résolutions dans un registre graphique.

V. CONCLUSION

Au terme de notre étude, nous pouvons conclure qu'une seule méthode est utilisée par les enseignants pour la résolution dans $\mathbb{R}$ des équations du type $acosx + bsinx + c = 0$ dans les pratiques de classe. Ce constat peut être dû au fait que la plupart des manuels utilisés au Mali ne proposent que des cas particuliers pour ces dites équations. Dans ces cas particuliers les réels $a,\ b\ et\ c$ sont choisis de sorte que les angles φ et α soient fonctions d'un angle remarquable. Pour ces résolutions on constate une aussi une forte absence de méthode de résolution dans le registre graphique et numérique. D'autre part, certains enseignants mettent en avant le facteur temps qui ne leur permet pas de proposer des méthodes différentes pour la résolution de ces dites équations. L'absence de méthode de résolution dans le registre graphique et numérique s'explique par l'insuffisance des TICE et des calculatrices dans notre milieu scolaire et cela malgré les efforts autorités du pays et ses partenaires.

Dans l'utilisation de la méthode du changement de variable par les élèves, nous avons constaté que certains groupes ont eu des difficultés pour la déduction de la solution de l'équation après avoir résolue l'équation du second degré.

Malgré la taille relativement réduite de l'échantillon (nombre d'enseignants et d'élèves), nous pensons qu'il existe effectivement des insuffisances dans l'enseignement et l'apprentissage des équations trigonométriques.

Pour surmonter ces insuffisances, il nous semble que, d'abord, les concepteurs des programmes de mathématiques au Mali devraient élaborer des guides donnant le maximum d'éclaircissement quant à la résolution dans $\mathbb{R}$ des équations du type $acosx + bsinx + c = 0$. Les enseignants devraient varier le plus possible les méthodes proposées pour ces résolutions. Ils devraient aussi faire des efforts dans l'utilisation des calculatrices et des TICE dans leurs pratiques de classe. De plus, ils devraient varier leurs manuels de référence, s'en inspirer mais sans tomber dans la technique du « copier/coller ». Il s'agit fondamentalement d'adopter une posture de formation professionnelle durant toute la carrière car, enseigner c'est d'abord apprendre en permanence.

RÉFÉRENCES

COLLECTION CIAM (1998). *Mathématiques 1ère SM*. ÉDICEF

COLLECTION IRMA (1988). *1ère CE Géométrie*. Les Nouvelles Éditions Africaines

KONE M. et KONATE M (2009). *Résolution des équations trigonométriques de la forme $acosx + bsinx + c = 0$ en 11ème sciences exactes*. Mémoire de fin de cycle - École Normale Supérieure de Bamako

MAIGA A. (2007). *Résolution d'équations trigonométriques en classe de 11ème science biologique*. Mémoire de fin de cycle – École Normale Supérieure de Bamako

Ministère de l'éducation nationale du Mali (2011). Programme de mathématiques de l'enseignement secondaire général (10ème et 11ème sciences)

Ministère de l'éducation nationale du Mali. Programme de mathématiques de l'enseignement fondamental (7ème 8ème et 9ème)

SANGARE M. S (2009). *Interactions « angle~rotation » ; pertinence et limite dans l'enseignement au Mali.* Educação Matemática Pesquisa - ISSN 1983-3156 - Vol 11, No ; septembre 2009.*http://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/2117*