

## Etude des pratiques des enseignants dans la résolution des équations différentielles de premier ordre à coefficients constants sans second membre dans les lycées ivoiriens

Abby-M'Boua Parfait<sup>[a],\*</sup>

<sup>[a]</sup>Laboratoire Interdisciplinaire de Didactique, Département et de Psychologie de l'Éducation/ Département des Sciences de l'Éducation/ Ecole Normale Supérieure d'Abidjan, Côte d'Ivoire.

\*Corresponding author.

Received 10 September 2018; accepted 11 November 2018

Published online 26 November 2018

### RESUME

La présente étude s'intéresse à l'enseignement de la résolution des équations différentielles au niveau du lycée en Côte d'Ivoire. L'objectif de cette recherche est d'étudier les pratiques des enseignants dans la résolution des équations différentielles de premier ordre à coefficients constants dans les classes de Terminale. Pour cela, nous avons cherché à connaître les conceptions de quelques enseignants sur la manière dont ils abordent l'enseignement de la résolution des équations différentielles avec leurs élèves. Pour ce faire, trente trois enseignants des classes concernées (dont sept de terminale C et vingt six de terminale D) ont participé à l'étude. Les réponses au questionnaire relèvent que tous les enseignants ne connaissent que l'approche algébrique et que c'est cette approche qu'ils utilisent pour la résolution des équations différentielles de premier ordre, mais ils n'ont tous pas le même mode pour l'introduire. Les enseignants des classes de terminale D abordent cette introduction par l'utilisation de la notion de dérivée d'une fonction, par contre ceux des classes de terminales C utilisent la primitive d'une fonction.

**Mots-clés:** Equations différentielles; résolution; approche; pratiques des enseignants; terminale

Parfait, A. M. B. (2018). Etude des pratiques des enseignants dans la résolution des équations différentielles de premier ordre à coefficients constants sans second membre dans les lycées ivoiriens. *Canadian Social Science*, 14(11), 54-58. Available from: <http://www.cscanada.net/index.php/css/article/view/10564>  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3968/10564>

### INTRODUCTION

Depuis de nombreuses années, l'enseignement des équations différentielles et plus précisément, des équations différentielles de premier ordre à coefficients constants sans second membres, apparaît tardivement dans le curriculum ivoirien, pratiquement en fin de lycée, pour les élèves des classes de terminales scientifiques. Et, de fait, cet enseignement touche relativement assez peu d'élèves. Ce nombre devient encore plus restreint, si nous considérons que le véritable enseignement de la résolution des équations différentielles, dans sa forme la plus aboutie, n'est enseigné et appris que dans les filières mathématiques du supérieur. Les élèves qui abordent les études scientifiques dans les classes de l'enseignement supérieur rencontrent plusieurs difficultés sur cette notion mathématiques quelques fois nuisant à l'acquisition de nouveaux savoirs.

Par ailleurs plusieurs chercheurs en didactique des mathématiques et de sciences physiques s'intéressent à l'enseignement des équations différentielles. Diverses problématiques sont soulevées : La prédominance de l'approche algébrique sur l'approche numérique et qualitative dans l'enseignement des équations différentielles (Artigue, 1989 et Rasmussen, 1998), le processus de la modélisation (Rodriguez, 2003) et l'utilisation des instruments informatiques (Serra, 1999; Winther, 1996 et Raballand, 1996).

La plupart de ces recherches sur l'enseignement des équations différentielles ci-dessus citées, soulignent la prédominance, l'omniprésence et la complexité de l'approche algébrique. Elles cherchent à mettre en œuvre les deux autres approches en adaptant souvent des supports de nouvelle technologie à l'enseignement. Paradoxalement aucune de ces recherches ne s'intéresse directement à l'activité réelle en classe du professeur sur cette notion. Or, depuis plus de trois décennies, les recherches portant sur les pratiques des enseignants ont pris une importance grandissante en didactique des

mathématiques. Quelques chercheurs comme Robert et Rogalski (2002), Altet (2002), Robert (2005), Roditi (2005) les analysent à travers leurs travaux. Ainsi nous nous proposons dans ce travail, d'étudier les pratiques enseignantes dans la résolution des équations différentielles. Nous nous intéressons particulièrement à ces pratiques lors de l'enseignement de la résolution des équations différentielles de premier ordre à coefficients constants sans second membre au niveau du lycée dans le système éducatif ivoirien.

C'est l'importance des équations différentielles de premier ordre à coefficients constants sans second membre comme objet d'enseignement en analyse mathématique et comme outil dans plusieurs autres domaines de la vie courante qui a été le principal élément qui nous a amené à nous intéresser à ce thème.

Les questions de recherche que nous nous sommes posées sont les suivantes :

- Quelles sont les approches que les professeurs de terminales C et D enseignent et utilisent pour résoudre des équations différentielles de premier ordre à coefficients constants sans second membres dans les lycées ivoiriens ?

- Ces approches sont-elles différenciées selon la classe d'enseignement ?

- Quelles sont les contraintes qui pèsent actuellement sur l'activité des enseignants lorsqu'ils envisagent introduire l'enseignement de la résolution des équations différentielles à coefficients constants sans second membres dans les lycées ivoiriens dans leurs classes ?

- Quelles sont les solutions que nous proposons pour améliorer leurs pratiques ?

Nous faisons les hypothèses de recherche suivantes :

Hypothèse 1 : Les professeurs enseignent et utilisent uniquement l'approche algébrique pour résoudre les équations différentielles de premier ordre à coefficients constants sans second membres dans les lycées ivoiriens.

Hypothèse 2 : Le mode d'introduction de cette approche varie selon la classe d'enseignement.

## 1. METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

### 1.1 Population Cible

Pour éviter les problèmes administratifs, la population de cette étude était composée d'enseignants choisis dans les différents lycées où nous intervenons dans la supervision<sup>1</sup> des professeurs stagiaires. Nous avons choisi auparavant 47 enseignants de mathématiques dont 38 professeurs de la classe de terminale D et 9 de la terminale C. À cause de la négligence de certains professeurs et à l'oubli d'autres et surtout à des grèves répétées des enseignants, dans l'enseignement secondaire ivoirien, nous avons pu recueillir que 33 réponses, dont 26 proviennent

<sup>1</sup> Nous profitons de notre présence pendant ces moments de supervision, pour réunir les enseignants que nous voulons interroger.

des professeurs de terminale D et 07 sont celles des professeurs de terminale C.

### 1.2 Recueil des données

L'analyse des pratiques des enseignants s'est faite à partir d'un questionnaire.

Voici les questions qui composent le questionnaire :

Q1. Avant l'année scolaire 2015-2016, avez-vous déjà enseigné les équations différentielles de premier ordre à coefficients constants sans second membre dans une classe de terminale ?

Q2. Quelle est votre ancienneté en tant qu'enseignant ?

Q3. Pensez-vous que vos élèves vont développer des aptitudes dans la résolution des équations différentielles de premier ordre à coefficients constants sans second membre en fin du lycée ?

Q4. Pour vous, en tant qu'enseignant, connaissez-vous les approches de résolution des équations différentielles de premier ordre à coefficients constants sans second membre ? Si oui, lesquelles ?

Q5. Quelles sont les approches de résolution des équations différentielles de premier ordre à coefficients constants sans second membre en vigueur que vous connaissez ?

Q6. En dehors de l'approche en vigueur, utilisez-vous d'autre(s) approche(s) de résolution des équations différentielles de premier ordre à coefficients constants sans second membre en classe ? Si oui, laquelle et dites pourquoi ?

Q7. Comment débutez-vous votre enseignement avec vos élèves sur la résolution des équations différentielles de premier ordre à coefficients constants sans second membre ? Pourquoi ?

Q8. En précisant la méthode de votre choix et en la détaillant, résoudre l'équation différentielle (E) suivante :  $f'' - 4f = 0$ .

La méthode d'analyse que nous avons utilisée à consister dans un premier temps à regrouper l'ensemble des données dans des tableaux selon les « types » de réponses obtenues et dans un deuxième temps à les commenter.

## 2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 2.1 Présentation et analyse des résultats

Dans les tableaux ci-dessous, on fait apparaître les principaux « types » de réponses obtenues :

**Tableau 1**  
**Réponses recueillies à la question Q2**

	Professeurs	Pourcentage
Ancienneté	entre 3 et 9 ans	04 12%
	plus de 10 ans	29 88%

Pour l'ancienneté dans l'enseignement secondaire, nous remarquons que la majorité des professeurs interrogés ont plusieurs années d'expérience.

**Tableau 2**  
**Réponses de type I « oui » et type II « non »**

Types de réponses	Questions	Effectif	Pourcentage
Type I « oui »	<i>Avant l'année scolaire 2016-2017, avez-vous déjà enseigné les équations différentielles de premier ordre à coefficients constants sans second membre ?</i>	33 réponses	100%
	<i>Pensez-vous que vos élèves vont développer des aptitudes dans la résolution des systèmes d'équations du premier degré à deux inconnues en fin de collège?</i>	33 réponses	100%
Type II « non »	<i>En dehors de l'approche en vigueur, utilisez-vous d'autre(s) approche(s) de résolution des équations différentielles de premier ordre à coefficients constants sans second membre ? Si oui, laquelle et dites pourquoi ?</i>	02 réponses	06%
	<i>En dehors de l'approche en vigueur, utilisez-vous d'autre(s) approche(s) de résolution des équations différentielles de premier ordre à coefficients constants sans second membre classe ? Si oui, laquelle et dites pourquoi ?</i>	31 réponses	94%

Les données du tableau 2 révèlent que 100% des professeurs interrogés ont déjà enseigné les équations différentielles de premier ordre à coefficients constants sans second membre et pensent également que leurs élèves vont développer des aptitudes dans la résolution de ces équations en fin du lycée.

Seulement, 02 d'entre eux, soit 06%, affirment qu'ils utilisent d'autres approches de résolution de premier ordre à coefficients constants sans second membre, notamment

la méthode dite « qualitative ». Pour eux, cette approche semble être plus rapide et plus appropriée pour résoudre des exercices dans lesquels, il est demandé de trouver une équation cartésienne de la tangente en point à une courbe et pour certains, c'est surtout l'approche la mieux comprise par tous leurs élèves, disent-ils. Ce qui n'est pas le cas pour les 94% autres enseignants interrogés, qui ont donné une réponse de type II à cette question.

**Tableau 3**  
**Réponses recueillies aux questions Q4**

Question	Types de réponses	Effectif	Pourcentage
<i>Pour vous, en tant qu'enseignant, connaissez-vous les approches de résolution des équations différentielles à coefficients constants sans second membre de premier ordre ? Si oui, les quelles ?</i>	Algébrique	31 réponses	94%
	algébrique, numérique, qualitative	02 réponses	06%

À la lecture du tableau 3, les réponses recueillies montrent que la majorité des professeurs (soit 94%) n'a pas assez d'informations concernant les autres approches

de résolution de premier ordre à coefficients constants sans second membre tandis que 06% des professeurs ont une connaissance mathématique à ce sujet.

**Tableau 4**  
**Réponses recueillies à la question 5**

Question	Type de réponses	Effectif	Pourcentage
<i>Quelles sont les approches de résolution des équations différentielles à coefficients constants sans second membre de premier ordre en vigueur en terminale ?</i>	Algébrique	33 réponses	100%

Les 33 professeurs (donc 100%) sont unanimes sur l'approche de résolution de premier ordre à coefficients constants en vigueur en terminale, qui est l'approche

algébrique. Ce qui prouve qu'institutionnellement, ils ont une maîtrise des documents officiels.

**Tableau 5**  
**Réponses recueillies à la question Q7**

Question	Types de réponses	Effectif	Pourcentage
<i>Comment débutez-vous votre enseignement sur la résolution des équations différentielles du premier ordre de premier ordre à coefficients constants sans second membre ? Pourquoi ?</i>	Type A. Je donne à résoudre, un cas précis d'une équation différentielle du premier ordre à coefficients constants sans second membre et une fonction, dont je demande aux élèves de vérifier qu'elle est une solution de cette équation. Ensuite, après la vérification, je donne la formule générale de la solution de cette forme d'équation.	26 réponses	74%
	Type B Je donne le cas général d'une équation différentielle du premier ordre de premier ordre à coefficients constants sans second membre à résoudre et en utilisant la notion de primitive d'une fonction du type $\frac{u'}{u}$ , on trouve la solution générale.	07 réponses	26%

Les données du tableau 5 révèlent que 74% des professeurs (ce sont tous les enseignants de la classe de terminale D) interrogés, optent pour le type A, c'est-à-dire qu'ils commencent l'introduction de l'enseignement de la résolution des équations différentielles de premier ordre à coefficients constants sans second membre, par la donnée d'un cas particulier et une liste de fonctions. Ces enseignants demandent à leurs élèves de vérifier que les fonctions qu'ils ont données sont toutes solutions de l'équation différentielle considérée. Pour ce faire, leurs élèves ne font que trouver les dérivées respectives des fonctions qui leur sont données. Ce qui est donc demandé dans cet enseignement, n'est autre que le calcul de la dérivée d'une fonction donnée, par les élèves. L'enseignant utilise la reconnaissance des solutions particulières pour faire la généralisation de la résolution de ce type d'équation.

Par contre 26 % des professeurs (ce sont tous les enseignants de la classe de terminale C) interrogés, abordent cet enseignement d'une autre manière. Eux, ils utilisent le type B, c'est-à-dire qu'ils privilégient l'utilisation de la notion de primitive d'une fonction et la recherche de la solution se fait de façon générale, c'est-à-dire, une résolution qui se fait indépendamment d'un cas particulier.

Pour justifier ce choix, ces deux groupes d'enseignants évoquent la raison suivante : « Selon les recommandations de la pédagogie, notre enseignement doit être conforme à ce qui est donné par le livre<sup>2</sup> »

Pour ce qui est de la question Q8, nous avons recueilli 29 productions écrites de professeurs sur les 33 interrogés, en réponse à cet exercice. 79% des enseignants ont utilisé le mode du « type A » pour résoudre cette équation (comme on le voit sur l'exemple suivant) et 21% ont utilisé le mode du « type B » de résolution.

$$\begin{aligned}
 & f' - 4f = 0 \\
 \Rightarrow & f' = 4f \\
 \Rightarrow & \frac{f'}{f} = 4 \\
 \Rightarrow & \int \frac{f'}{f} = \int 4, \text{ avec } t \in \mathbb{R} \\
 \Rightarrow & \ln(f) = 4x + k \\
 \Rightarrow & f(x) = e^{4x+k} \\
 \Rightarrow & f(x) = Ae^{4x} \text{ avec } A \in \mathbb{R}
 \end{aligned}$$

**Figure 1**  
**Résolution de l'équation (E1) par l'enseignant PTC6**

## 2.2 Discussion des résultats

Comme dans la plupart des études antérieures, la majorité des professeurs ivoiriens interrogés utilisent l'approche algébrique pour introduire l'enseignement de la résolution des équations différentielles de premier ordre à coefficients constants sans second membre. La résolution par l'approche numérique et l'approche qualitative par (méthode de l'isocline), ne sont pratiquement pas

utilisées par ces derniers. Ils n'utilisent pas ces deux approches parce qu'ils ne les connaissent pas, du fait d'une insuffisance de leur formation universitaire sur cette notion.

Selon leur classe d'enseignement au lycée, ces enseignants n'ont pas la même manière pour introduire l'approche algébrique lors de la résolution d'une équation. Cette introduction est liée aux pratiques des enseignants. Les enseignants des classes de terminale C ayant pour habitude avec leurs élèves de justifier la démarche qu'ils utilisent, le font lorsqu'ils résolvent des équations différentielles de premier ordre à coefficients constants sans second membre. Ce qui n'est pas le cas avec les enseignants des classes de terminales D, où ce qui est généralement demandé aux élèves, c'est la maîtrise des formules pour résoudre chaque type d'équations différentielles.

La performance des élèves dépend de plusieurs facteurs, qui peuvent être endogènes ou exogènes, dont le plus important est la formation académique que les enseignants reçoivent. En effet, les enseignants qui ont bénéficié d'une formation universitaire approfondie pourraient disposer de compétences requises pour conduire efficacement les apprentissages en mathématiques de leurs élèves, contrairement à leurs collègues recrutés soit directement dans les universités, soit par concours professionnels<sup>3</sup>, à des niveaux de formation très « bas ». De plus, il importe pour les futurs professionnels de l'éducation de se former sur les contenus à enseigner afin d'être en mesure de préparer leurs élèves à affronter les défis de la société actuelle.

## CONCLUSION

Au terme de notre étude, bien que le nombre de participants soit restreint, les résultats du questionnaire révèlent que les professeurs ivoiriens connaissent bien l'approche de résolution en vigueur des équations différentielles de premier ordre à coefficients constants sans second membre dans le programme de terminale ; ils enseignent et utilisent cette approche dans la plupart du temps dans la résolution des équations différentielles, mais avec des modes d'introduction qui varient selon la classe d'enseignement. Cependant, dans l'ensemble, ils ne connaissent aucune autre approche de résolution.

Pour approfondir cette étude nous recommandons d'intégrer l'approche numérique et l'approche qualitative dans le programme de terminale en Côte d'Ivoire. Une des conditions de faisabilité de cette intégration est la formation académique des futurs professeurs de lycées.

Par ailleurs, il serait aussi intéressant, en continuité de cette étude, d'aller observer les pratiques des enseignants dans la résolution des équations différentielles en classe

<sup>2</sup> C'est le seul livre en vigueur pour l'enseignement des mathématiques en Côte d'Ivoire.

<sup>3</sup> Ce type de recrutement devient de plus en plus récurrent pour pallier le déficit d'enseignants dans les lycées ivoiriens.

de terminale, lorsque ces derniers auront bénéficié d'une formation sur ces deux approches, afin de voir s'ils vont effectivement les utiliser.

---

## BIBLIOGRAPHIE

---

- Altet, M. (2002). Une démarche de recherche sur la pratique enseignante : l'analyse plurielle. *Revue Française de Pédagogie*, 138, 85-93.
- Artigue, M. (1989). Une recherche d'ingénierie didactique sur l'enseignement des équations différentielles en premier cycle universitaire. *Cahier du séminaire de Didactique des Mathématiques et de l'Informatique de Grenoble*, 183-209, IMAG, Grenoble.
- Raballand, C. (1996). Equations différentielles et sciences physiques. Terminale S, classes préparatoires, *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 781, 265-297.
- Rasmussen, C. (1998). Learning obstacles in differential equations, *Psychology of Mathematic Education*, 22, 25-32.
- Robert, A. (2005). Sur la formation des pratiques des enseignants de mathématiques du second degré. *Recherches et Formations*, 50, 75-90.
- Robert, A. et Rogalski, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques: une double approche. *Revue Canadienne de l'Enseignement des Sciences, des Mathématiques et des Technologies*, 2(4), 505-528.
- Roditi, E. (2005). *Les pratiques des enseignants en mathématiques*. Paris: L'Harmattan.
- Rodriguez, R. (2003). *Le contrat didactique relatif aux équations différentielles comme outils de modélisation en classe de Terminale S*. Mémoire de DEA, Université Fourier - Grenoble.
- Winther, J. (1996). Les équations différentielles dans le programme de physique de la classe de terminale scientifique. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 781, 249-265.