

FORMATION DES ENSEIGNANTS DE GÉNIE CIVIL À L'ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE: PLACE DES MATHÉMATIQUES COMME DISCIPLINE DE SERVICE

Timbila SAWADOGO¹

Ecole Normale Supérieure, Burkina Faso
sawtimbs@gmail.com

&

Wendyam ILBOUDO²

Ecole Normale Supérieure, Burkina Faso
iwendyam@yahoo.fr

Résumé : Au Burkina Faso les enseignants de génie civil sont formés presque exclusivement à l'école normale supérieure. En plus des modules techniques, d'autres disciplines telles que les mathématiques sont dispensées aux stagiaires recrutés avec le niveau Baccalauréat. Cette discipline et le génie civil entretiennent selon Picon (1989) de longues dates de relations très étroites se caractérisant par une forte dépendance du génie civil aux mathématiques. Notre étude questionne la place des mathématiques comme discipline de service dans la formation des enseignants de génie civil à l'école normale supérieure. Se basant sur une approche qualitative, nous avons fait usage d'entretiens semi dirigés auprès d'enseignants et stagiaires de génie civil ainsi que des recherches documentaires. Les résultats de notre étude révèlent des insuffisances dans la formation qui handicapent le rôle de « discipline de service » attribué aux mathématiques. Ainsi des facteurs tels que l'inadaptation des contenus mathématiques enseignés, le manque de coordination entre formateurs de mathématiques et de génie dans la programmation des cours, l'incapacité de transfert de compétences mathématiques en génie civil ont été relevés. Des perspectives comme la révision des curricula et une concertation périodique entre formateurs de mathématiques et de génie civil permettraient une meilleure participation des mathématiques comme discipline contributive dans la formation des enseignants stagiaires en génie civil.

Mots-clés : Mathématiques, discipline de service, génie civil, formation des enseignants

CIVIL ENGINEERING TEACHERS' TRAINING AT ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE: THE PLACE OF MATHMATICS AS SERVICE DISCIPLINE

Abstract: In Burkina Faso, civil engineering teachers are trained almost exclusively at the École Normale Supérieure. In addition to the technical disciplines, other disciplines such as mathematics are taught to trainees recruited with the Baccalaureat level. This discipline and civil engineering, according to Picon (1989), have a long history of very close relations characterized by a strong dependence of civil engineering on mathematics. Our study examines the place of mathematics as a service discipline in the training of civil engineering teachers at the École Normale Supérieure. Using a qualitative approach, we used semi-directed interviews with civil engineering teachers and trainees as well as literature searches. The results of our study reveal training inadequacies that handicap the role of "service discipline" assigned to mathematics. Thus factors such as the

¹ Laboratoire Interdisciplinaire de Didactique des disciplines

² Laboratoire Interdisciplinaire de Didactique des disciplines

inadequacy of the mathematical content taught, the lack of coordination between mathematics and engineering instructors in the programming of courses, the inability to transfer mathematical skills in civil engineering were noted. Perspectives such as curriculum review and periodic consultation between mathematics and civil engineering trainers would allow for greater participation of mathematics as a service discipline in the training of civil engineering teacher trainees.

Keywords: Mathematics, service discipline, civil engineering, teacher training

Introduction

Le rôle de la formation des enseignants dans la qualité de l'éducation n'est plus à démontrer. Cette formation devrait permettre à l'enseignant d'utiliser convenablement les ressources mises à sa disposition pour le processus d'enseignement-apprentissage. Parmi les ressources à la disposition des enseignants et particulièrement ceux de l'enseignement technique et de la formation professionnelle figurent en bonne place les disciplines dites de service ou contributive. La recommandation 64 de l'UNESCO sur l'enseignement et la formations techniques et professionnels pour le vingt unième siècle place les connaissances mathématiques comme base :

La théorie et la pratique devraient former un tout et être présentées de manière à motiver l'apprenant. L'expérience acquise au laboratoire, à l'atelier et/ou dans l'entreprise devrait être reliée à des fondements mathématiques et scientifiques ; inversement, la théorie de la technique ainsi que les données mathématiques et scientifiques qui lui servent de base devraient être illustrées par leurs applications pratiques. (UNESCO, 2003, p.33)

Au Burkina Faso, le document cadre de politique nationale d'enseignement et de formation techniques et professionnels (MESSRS, 2008 ; 23) égrenait les principaux problèmes relevés au niveau du personnel enseignant/formateur. Parmi ces problèmes nous notons le manque de structures adéquates de formation d'enseignants/formateurs selon les exigences du recrutement, la rigidité du dispositif de recrutement du personnel enseignant/formateur ayant pour conséquence la restriction du vivier de recrutement.

Dans ce travail de recherche, nous questionnons la place des mathématiques comme discipline de service dans la formation des enseignants de génie civil à l'école normale supérieure de Koudougou. Notre objectif principal est d'analyser la pertinence de l'enseignement des mathématiques donné aux futurs enseignants de génie civil à l'école Normale supérieure. Pour atteindre cet objectif les réponses aux questions suivantes s'avèrent nécessaires :

- Les mathématiques enseignées à ces futurs enseignants peuvent-ils leur permettre de les utiliser comme discipline contributive dans l'enseignement de leurs élèves en classe ?
- Quelles sont les difficultés rencontrées par les formateurs et les enseignants pendant la formation en mathématiques à l'ENSK ?

1. Cadre théorique et méthodologique

Nous abordons successivement dans cette partie les fondements théoriques de notre recherche et la méthodologie adoptée.

1.1. Cadre théorique

Nous traitons le cadre théorique de notre recherche en s'appuyant sur le contexte et la littérature en relation avec sujet de notre recherche.

1.1.1. Le recrutement des enseignants de génie civil

Trois voies d'entrée sont offertes dans la formation des enseignants de l'enseignement et de la formation techniques et professionnels, dont ceux de génie civil au niveau de l'école normale supérieure de Koudougou. La première voie est celle des professeurs certifiés de lycées et collèges d'enseignement technique avec comme profil d'entrée la licence ou ingénieur des travaux. La seconde voie est celle des professeurs certifiés des collèges d'enseignement technique avec comme profil d'entrée le DUT, le BTS, le DTS, la deuxième année de du cycle licence (L2) ou le Diplôme d'études universitaires générales (DEUG2). Pour ces deux voies deux années de formation sont offertes à l'ENSK dont une année théorique et une année de stage. Face au manque de vivier, une troisième voie est celle du baccalauréat scientifique ou technique conduisant à la délivrance du titre de professeur certifié des collèges d'enseignement technique au bout de quatre années de formation dont trois années de formation théorique. Les deux premières années sont réservées à des cours disciplinaires de niveau DUT/BTS. Quels sont les profils des apprenants pris en charge par les professeurs formés à l'Ecole Normale supérieure de Koudougou (ENSK).

1.1.2. Les apprenants pris en charge par les enseignants de génie civil

Au Burkina Faso, les collèges d'enseignement techniques préparent au Certificat d'aptitude professionnel (CAP) tandis que les lycées techniques préparent au Brevet d'étude professionnel (BEP) et baccalauréats professionnels souvent en plus du CAP.

Le cycle BEP génie civil se fait après l'obtention du brevet d'étude du premier cycle (BEPC) ou le CAP génie civil. Ces deux parcours sont très différents dans les objectifs et dans les contenus disciplinaires. Pour le niveau BEPC, il est à noter que des outils mathématiques comme la résolution des équations du second degré n'est abordée qu'à partir des classes de seconde et que certains concepts comme la force ou le vecteur ne sont que superficiellement abordé dans le programme de troisième. Pour le cycle de CAP les mathématiques et les physiques sont relégués au second plan au profit des disciplines professionnelles. Ces élèves arrivent en classe de BEP avec une tradition mathématique et physique en dessous des autres.

Le profil des entrants dans la formation des enseignants de l'enseignement et de la formation techniques et professionnels et les profils des apprenants dont ils auront la charge à leur sortie nous amène à nous interroger sur la pertinence de leur formation mathématique en lien avec les mathématiques enseignées dans les collèges et lycées comme discipline contributive.

1.1.3. *Le concept de formation*

Former un enseignant, c'est former une personne à une fonction sociale complexe qui évolue. C'est donc l'impliquer dans un projet qui consistera à bâtir des scénarios pour « un métier nouveau » dans lesquels la relation théorie/pratique, s'inscrit dans une problématique subordonnant le savoir à l'apprendre (Le Bas A. ; 2005).

Le processus de formation selon Fabre (1994) s'articule en trois logiques :

Une logique sociale, celle de la situation socioprofessionnelle, qui confère à la formation une fonction d'adaptation au contexte : on est formé pour une profession.

Une logique didactique, celle des contenus et des méthodes (nous préférons pour notre part l'appeler logique épistémique, parce que ce qui est en jeu nous semble concerner les fondements disciplinaires des contenus et les référents cognitifs des méthodes, plus que leur réalité concrète). Cette logique développe la perspective d'acquisition de savoirs : on est formé à une discipline.

Une logique psychologique, celle du fonctionnement personnel, qui engage dans une perspective de développement du sujet : on est formé par une ou des pratiques (LE BAS A. 2005, p.53)

Toute formation, qu'elle soit initiale ou continue doit permettre à l'enseignant d'exercer son métier dans les meilleures conditions, elle développe ses connaissances et ses compétences professionnelles acquises dès qu'il est au banc de l'école (formation initiale) et les enrichies grâce à la formation tout au long de la vie (formation continue).

1.1.4. *Les mathématiques comme discipline de service ou contributive dans l'enseignement du génie civil*

La filière génie civil est une filière technique industrielle qui s'appuie fortement sur les disciplines telles que les mathématiques et la physique. Des concepts communs sont souvent abordés par ces disciplines avec des finalités différentes. Des outils mathématiques sont indispensables pour une bonne maîtrise des résolutions des problèmes quantitatifs en génie civil tel que les problèmes de résistance des matériaux, de métré, de Béton armé... Ainsi à tous les niveaux d'étude l'apprentissage des notions de génie civil nécessite la mobilisation de connaissances des outils mathématique. Depuis longtemps les mathématiques et le génie civil entretiennent des relations très étroites se caractérisant par une forte dépendance du génie civil aux mathématiques. Picon (1989, p.156) fait remarquer que :

Il convient peut-être de souligner au préalable l'une des caractéristiques majeures du génie civil et de la construction : l'extrême complexité des données physiques auxquelles on se trouve confronté, complexité qui rend les outils mathématiques d'un maniement plus délicat que dans d'autres secteurs, comme en témoignent les nombreuses incertitudes subsistant en pratique, de la mécanique des sols au comportement des voûtes.

La maîtrise des outils mathématiques est indispensable pour une bonne appropriation des connaissances des concepts étudiés dans l'enseignement du génie civil. Dans ce sens Hemdi (2010) souligne que pour parvenir à s'approprier de ces concepts et ces

connaissance requiert non seulement un niveau d'abstraction très élevé mais également requiert des savoirs théoriques interdisciplinaires et fondamentaux : connaissances solides et fondamentales en construction mécanique (code du dessin technique ,technologie de construction ,modélisation des liaisons mécaniques et des actions extérieures) ; en science physique (loi, théorème, et principe de la statique et de la dynamique etc..) et une bonne maîtrise des outils mathématiques : dérivé , équations différentielle du premier et du second ordre, intégral ; interprétation des courbes et de diagrammes.

Les concepts clés abordés en génie civil (force, moments ; effort tranchant, etc.) sont transdisciplinaires d'où leur complexité dans le contexte de l'enseignement-apprentissage. En effet même si les concepts communs sont abordés entre des disciplines, les enseignements ne visent pas les mêmes objectifs et peuvent parfois créer des confusions chez l'apprenant.

Quelques recherches en didactique se sont intéressées aux différences de perception de concepts entre les disciplines et ont montré des divergences de point de vue entre elles, c'est le cas de la notion de vecteur ou les avis divergent entre enseignants de différentes disciplines (physique, mathématique, technologie), (Boumghar et al. 2012), (Jouin, 2000). Ces contrastes mettent en évidence les spécialités disciplinaires et les répartitions institutionnelles. Ainsi le rapprochement entre les disciplines constitue souvent une sérieuse difficulté à l'apprentissage liée à des différences dans leur approche. En outre il est à déplorer que malgré que ces notions soient abordées transversalement dans diverses disciplines les enseignements ne permettent pas toujours d'établir les liens. Cette préoccupation a été soulevée en France par le Conseil National Des Programmes CNDP (2002), qui souligne que la plupart du temps, les enseignants eux-mêmes ignorent assez largement les programmes qui ne relèvent pas de leur propre discipline.

Les relations entre les enseignants de mathématiques et les enseignants des disciplines techniques et professionnelles où les mathématiques doivent prendre la place de discipline contributive sont minces sinon inexistantes. Cela pose un défi aux apprenants : comprendre le lien entre la pratique professionnelle à laquelle ils se destinent et les cours de mathématiques qu'ils suivent. Comme le dit Raisky (1996) « Le professionnel ne raisonne jamais en termes disciplinaires : il a d'abord à résoudre des problèmes. [...] Les disciplines et, en particulier, les disciplines scientifiques [...] ont à faire la démonstration concrète qu'elles peuvent participer à la construction de l'activité humaine ». Au niveau de la formation à l'ENSK diverses raisons entravent la bonne mobilisation des connaissances mathématiques par les élèves dans les tâches de génie civil.

1.2. Cadre méthodologique

Dans cette étude, nous avons privilégié une approche qualitative de recherche. Notre population cible est composée des futurs enseignants de génie civil recrutés avec le niveau Baccalauréat et leurs formateurs intervenant dans les disciplines propres au génie civil et en mathématiques. La restriction à ce groupe de futurs enseignants nous permet d'avoir une cohorte homogène au regard de leur formation mathématique

pour leur futur métier. Les autres groupes de futurs enseignants ne suivent plus de cours de mathématiques à l'ENSK leur seule année de formation théorique est dédiée aux disciplines qu'ils auront à enseigner et aux disciplines de soutien autres que les mathématiques.

Des entretiens ont été menés auprès de ce public cible. Une analyse de contenus a aussi été faite sur les référentiels de formation des enseignants de génie civil notamment les programmes de mathématiques et les programmes liés au génie civil. Les programmes du lycée ont été aussi analysés.

2. Résultats et discussions

Dans cette partie, nous déclinons les résultats auxquels nous sommes parvenus et les discutons au regard de notre cadre théorique.

2.1. Des contenus mathématiques enseignés

Les programmes de formation des enseignants titulaires du Baccalauréat pour les options génie civil (Bâtiment, dessin et construction) ont été réalisés en 2010 avec l'appui du projet de renforcement de la formation professionnelle (PRFP). Les contenus suivants sont dispensés en ce qui concerne les mathématiques sont :

- Fonctions numériques d'une variable réelle (Continuité, dérivabilité)
- Calcul intégral et Calcul différentiel ;
- Calcul matriciel (Opérations sur les matrices, inverses, valeurs propres);
- Extrema des fonctions de plusieurs de variables (MESSR&PRFP, 2010.1., p.12)

Les connaissances mathématiques mobilisées dans les disciplines techniques peuvent être déduites des contenus de ces disciplines. A titre d'illustration dans la discipline résistance des matériaux les contenus au premier semestre sont :

1. Notion de statique
 - a) Notions de forces
 - b) Notion de moment
 - c) Notion d'équilibre d'un système de forces

2. Equilibre des poutres et autres structures isostatiques
 - a) Inventaire et bilan des forces
 - b) Equations d'équilibre
 - c) Calcul des réactions d'appuis (MESSRS&PRFP, 2010.1., p.28)

Ces notions ont fortement besoin de connaissances mathématiques sur les vecteurs, les opérations vectorielles, les barycentres, etc. Nous notons qu'à travers tout le programme de formation que ces outils mathématiques ne sont pas enseignés. On peut être amenés à croire que ces notions sont des prérequis étudiés dans des classes antérieures, mais vue la diversité des baccalauréats donnant accès à la formation, cela ne saura prospérer.

Cette illustre laisse entrevoir que les contenus dispensés aux élèves stagiaires ne conviennent pas toujours avec les besoins des spécialités. Cela interroge fortement la pertinence des programmes de mathématiques dans la formation des élèves

professeurs. Le programme de formation donne les grandes lignes mais l'enseignant construit son contenu. La plupart du temps les enseignants de mathématique ont des parcours universitaires différents du génie civil et n'ont pas de connaissance basique sur les besoins en termes de notions mathématiques pour les stagiaires de l'enseignement technique. Les cours sont dispensés sans pouvoir établir des liens qui existent entre les notions étudiées en mathématiques et celles étudiées dans les disciplines techniques. Ils ne sont donc pas contextualisés, ce qui entraîne la plupart du temps une démotivation au niveau des stagiaires. Ceux-ci ne trouvant pas la nécessité d'apprendre des concepts dont la portée pour la filière n'est pas du tout établie. Certains stagiaires ignorent l'importance même des cours de mathématiques qui leur sont enseignés et s'interrogent sur la pertinence de ces modules. Le futur enseignant pour être efficace dans la gestion des mathématiques comme discipline contributive dans sa classe devrait durant sa formation comprendre l'apport des mathématiques qu'on lui enseigne. Rompu à l'utilisation des mathématiques comme outil pour les autres disciplines pendant sa formation, il sera alors capable de réinvestir ces connaissances mathématiques dans la formation de ses élèves.

En fonction de la filière technique, les notions mathématiques indispensables sont différentes. Ainsi les tronc communs doivent être privilégiés en tenant compte des spécialités faisant recours aux mêmes outils. Les formateurs interrogés, qu'ils soient mathématiciens ou de spécialiste du génie civil reconnaissent ne pas prendre souvent le temps de voir l'apport des mathématiques comme discipline contributive. Leur attention est essentiellement portée sur l'exécution du programme. Ces programmes doivent être repensés pour une grande utilisation des mathématiques comme outil et des guides à l'intention des professeurs élaborés pour faciliter leur exécution.

Des anciens élèves stagiaires interrogés sur les contenus des cours de mathématiques qui leurs ont été dispensés à l'Ecole normale Supérieure estiment que certains contenus sont inadaptés à leurs besoins. Ils trouvent que certains chapitres ne sont pas en phase avec les besoins de la spécialité et ne leur permettent pas de s'outiller pour affronter les disciplines techniques. Un stagiaire se justifie en ces termes « Moi je pense que les contenus enseignés ne correspondent pas à ce qu'un enseignant a besoin pour enseigner avec un niveau CAET. Je pense que du CAP au BEP 2 nous n'avons pas besoin d'utiliser par exemple des probabilités pour enseigner dans ces classes ». Ce dernier ne trouve aucune utilité de certains contenus dans l'apprentissage du génie civil. Il se pose ici une inadéquation entre contenu enseignés et besoin réel du stagiaire de génie civil. Certains stagiaires pensent que ces contenus sont d'un niveau trop élevé par rapport au niveau qu'ils auront à enseigner. « Les contenus sont trop « forts » pour nous en tant que professeurs stagiaires destinés à enseigner les élèves de CAP et BEP maçonnerie ». La perception des enseignants sur les disciplines de service qui leur sont enseignées est assez mitigée. Un stagiaire estime que « Si les mathématiques sont des disciplines de soutien pour les disciplines techniques, on devrait percevoir une certaine cohérence ou relation avec les disciplines techniques ». Le constat est que les mathématiques sont enseignées presque en dehors des réalités de la filière et ne s'insère pas dans un processus global de la formation avec pour objectif d'amener l'élève

stagiaire à avoir les ressources nécessaires pour affronter la discipline technique. Une stagiaire confie que « souvent on se pose la question de l'importance des mathématiques qui nous sont enseigné, on ne sait pas à quoi ça va nous servir en tant qu'enseignant de génie civil ». La question de la pertinence de certains contenus enseignés est remise en cause par bon nombre de stagiaire. Un stagiaire trouve cependant que les contenus enseignés leur seront nécessaire pour la poursuite de leur étude en master. Il dit : « Ayant déjà fait la première année de mes études supérieures dans une université de la place, j'ai constaté que c'était les mêmes contenus, cela m'a rassuré quant à la continuité de l'enseignement des mathématiques qui part des notions de bases ayant déjà été vu dans les classes précédentes. Le contenu que nous avons reçu à L'ENSK est fait de sorte que ceux-là qui voudront continuer jusqu'au MASTER puissent s'en sortir dans les mathématiques et les matières qui y vont avec ». Les enseignants de génie civil soutiennent que les contenus mathématiques enseignés aux stagiaires dans la filière sont calqués sur le programme de première année anniversaire. Il n'y a pas une réorientation des modules pour tenir compte des besoins de la spécialité. Un enseignant dans ce sens souligne « les contenus mathématiques sont très peu adaptés aux besoins de la filière. Au lieu de s'intéresser aux éléments dont les stagiaires auront vraiment besoins, ce sont des mathématiques pures que l'on dispense à tous les stagiaires du département en tronc commun sans distinction des spécialités ».

Des concertations sont donc nécessaires afin de définir les besoins de la filière et les priorités des cours en termes de semestre. Cependant, selon les enseignants, il n'existe aucun échange entre eux et leurs collègues de mathématiques pour définir ces besoins. Le constat qui se dégage est que les contenus de mathématiques enseignés aux stagiaires de génie civil manquent souvent de pertinence, et par conséquent les mathématiques ne semblent pas jouer pleinement leur rôle de discipline de service.

2.2. De l'exécution des programmes

L'un des problèmes majeurs rencontrés dans la formation des enseignants est le manque de coordination des enseignements. En effet, il ressort de notre enquête que même si des modules sont programmés dans un même semestre il peut y avoir une dépendance entre ces modules. Certains cours comme la résistance de matériaux qui utilisent des outils mathématiques tels que les intégrales, les dérivés ; les résolutions de système d'équation de second degré ou les calculs matricielles sont dispensées avant le premier cours de mathématiques. Ces cours devront être nécessairement abordés en mathématiques avant le cours de résistance des matériaux qui manipule ces outils pour les résolutions des problèmes quantitatifs.

La totalité des élèves stagiaires interviewés trouve que la programmation des cours ne permet pas de réinvestir les connaissances mathématiques dans les disciplines de la spécialité. La programmation ne tient pas compte de la dépendance de certaines disciplines spécifiques de la spécialité vis à vis des mathématiques. Un stagiaire affirme : « Il arrive souvent que le cours de mathématique vient après les cours de spécialité et que son contenu était un atout mais malheureusement ne tombe pas au bon moment, pourquoi ne pas commencer l'année avec les mathématiques ? ». Les

modules de mathématiques et de physiques sont des atouts indispensables pour des disciplines techniques telles que la résistance des matériaux, le mètre, la topographie... En tant que disciplines de service, elles devraient être enseignées en premier lieu, mais force est de constater que ce n'est pas toujours le cas. Un stagiaire trouve que ce manque de coordination explique en partie leur faible performance dans certaines disciplines techniques. « Au moment où on avait besoin d'utiliser les matrices en résistance des matériaux (RDM), le professeur de mathématique ne l'avait pas encore abordé donc j'avais des difficultés pour suivre le cours. C'était la première fois pour moi de rencontrer les matrices, après le professeur de mathématique à aborder cette partie, mais c'était déjà tard pour moi car on avait déjà composé le devoir de RDM ». La dépendance entre les disciplines est une réalité et la programmation des cours pendant la formation devrait s'inscrire dans une vision globale nécessitant une collaboration entre enseignants. Cette collaboration entre enseignants de spécialité (génie civil) et de mathématiques dans la programmation des cours était au cœur de nos entretiens avec les enseignants concernés.

Les enseignants abondent dans le même sens que les stagiaires sur sujet de la coordination des cours. En effet des enseignants permanents interviewés font état d'une absence de concertation entre eux et leurs collègues de mathématique dans le déroulement de la formation. « Je n'ai jamais eu à discuter de la programmation ou du contenu du cours de mathématique avec un enseignant de mathématique ». Il ressort qu'aucune rencontre formelle ou informelle ne se tient entre les enseignants des disciplines pour planifier les enseignements. Un enseignant de génie civil affirme : « Souvent en début d'année vous ne savez pas qui sera chargé de dispenser le cours de mathématique car ils relèvent d'un autre département et nous n'assistons pas à leur rencontre de répartition ». La non collaboration entre enseignants engendre des difficultés dans l'apprentissage des stagiaires car le programme de formation ne définit pas l'ordre de passage des modules dans un semestre. Ainsi il appartient donc aux enseignants de se faire programmer en fonction de leur disponibilité. Un enseignant note que : « Il arrive que lors d'un semestre le cours de mathématiques passe après le cours de résistance des matériaux, ou du béton armé, or ces deux disciplines utilisent fortement des outils mathématiques ». Un autre dans le même sens ajoute « souvent dans les cours de RDM et de béton armé, je suis obligé de faire une brève séance de cours de mathématiques notamment sur les intégrales avant de poursuivre car certains stagiaires sont incapables de résoudre un système hyperstatique à cause des intégrales ».

Le manque de coordination ne permet aux stagiaires de mieux comprendre les phénomènes qui sont étudiés. Leur difficulté dans les apprentissages est avant tout la non maîtrise des outils mathématiques qui les empêchent de résoudre les tâches quantitatives mais aussi d'avoir une bonne compréhension conceptuelle. La mise en cohérence des modules au programme sous forme de logigramme permettrait de pallier ce problème.

2.3. Du transfert de compétences mathématiques en génie civil

Devant un problème posé dans une discipline de génie civil les stagiaires n'arrivent pas à extraire les notions apprises en mathématiques pour expliquer le phénomène. On assiste la plupart du temps à une mémorisation de formules usuelles sans compréhensions et sans capacité de démonstration. Tout cela porte à croire que les mathématiques enseignées sont isolées des réalités du génie civil et que toutes les formules utilisées en génie civil n'ont pas de repère mathématique. Dans le même temps les formateurs de génie civil s'intéressent très peu aux notions de mathématiques enseignées aux stagiaires par leurs collègues de mathématiques.

Au vu de ces constats, nous recommandons dans la formation des stagiaires une concertation entre les enseignants de mathématiques et ceux des disciplines techniques. Ces concertations devront amener les enseignants de mathématique à s'imprégner des différents outils qui sont manipulés dans les disciplines de l'enseignement technique. En outre elles peuvent permettre de réfléchir sur des dispositifs interdisciplinaires impliquant les enseignants de mathématique, ceux des disciplines techniques (ex résistance des matériaux) ainsi que des enseignants physiques dans le cadre de la formation des enseignants.

Les stagiaires à leur tour pourront s'inspirer de ces dispositifs utilisés à l'école pour mieux faire apprendre les élèves une fois sur le terrain.

3. Perspectives

En termes de perspective les stagiaires et les enseignants ont formulé un certain nombre de recommandation pour une meilleure qualité de la formation. Pour les stagiaires, il faut travailler à améliorer les contenus d'enseignements de mathématiques. Un stagiaire affirme ceci : « Je me dis que le contenu peut être amélioré pour mieux s'adapter au besoin des compétences mathématiques en génie civil. Il faut diriger le cours de mathématiques vers les besoins en génie civil en maximisant par exemple sur les enseignements des équations différentielles, les études matricielles, les vecteurs ; les intégrales... ». Un autre dans la même lancée soutient que : « concernant l'amélioration des contenus, il faudra utiliser les chapitres comme les équations, les intégrales, les vecteurs et les coordonnées, les volumes les surface et les périmètres ... dont les contenus nous guident dans des opérations de certaines disciplines en génie civil tel que la RDM (la statique, les expressions de l'effort normal, tranchant et du moment fléchissant) et le métré (calcul des longueurs développées.....) ». Si les stagiaires sont unanimes que les contenus d'enseignement de mathématique devront être revus, certains soulignent en plus que, la manière d'enseigner des enseignants aussi doit évoluer pour tenir compte de la spécificité de la formation. « Je propose que les formateurs nous prennent comme des gens qui doivent recevoir le savoir puis le transmettre aux élèves du secondaire et non pas des étudiants qui cherchent un diplôme ».

Les enseignants préconisent quant à eux des rencontres semestrielles entre enseignants de mathématiques de physiques et de génie civil pour mieux traduire les besoins en termes de notions à enseigner et définir les priorités. Un enseignant affirme que : « une rencontre en début de semestre entre les enseignants de math, de physique

et de génie civil peut permettre de planifier les enseignements en fonction des dépendances entre les disciplines ». En ce qui concerne les contenus de mathématique il faudrait une relecture du programme afin d'orienter les cours vers les mathématiques pour ingénieur enseignés ailleurs dans les écoles d'ingénieries. La formation des élèves stagiaires doit donc s'inscrire dans un schéma global, nécessitant une forte collaboration entre les disciplines de services et celles de la spécialité.

Pour une formation de qualité des enseignants de génie civil entrant avec le niveau Baccalauréat, il est nécessaire d'œuvrer pour une utilisation des mathématiques comme discipline contributive au sens Meheu (2008). Elle note que « pour que tout enseignant d'une discipline contributive arrive à choisir correctement ses contenus et que les apprentissages subséquents prennent tout leur sens pour les élèves, il faut qu'il consente à explorer l'univers professionnel dans lequel ces contenus seront mis en action et qu'il s'engage à prendre tous les moyens à sa disposition afin que ces contenus soient contextualisés et mis explicitement en lien avec la pratique professionnelle en cause ».

Ainsi l'identification des connaissances mathématiques que les enseignants de génie civil auront à mettre en œuvre dans leurs actes d'enseignement est donc nécessaire. Toute réforme des programmes de mathématiques doit partir des pratiques, les pratiques à encourager pour un épanouissement des enseignants de génie civil dans leur métier. Un repérage et une description fine des pratiques de ces enseignants permettent d'identifier les savoirs et savoir-faire à l'œuvre dans la pratique. Lorsque les savoirs, savoir-faire et savoir-être relevant des mathématiques sont identifiées, il reste à saisir comment se construisent à la fois les ressources cognitives nécessaires et leurs schèmes de mobilisation.

Conclusion

Au terme de notre réflexion, il ressort que la formation des enseignants de génie civil à une utilisation des mathématiques comme discipline contributive présente des faiblesses sur le plan de la pertinence des programmes, de leur exécution et du transfert des connaissances mathématiques. Des efforts doivent être consentis par la révision des curricula et dans les pratiques des enseignants qu'ils soient spécialistes des mathématiques ou des spécialistes de génie civil. Cet effort doit être orienté dans la concertation entre ces acteurs, leur rapprochement pour une formation harmonieuse des futurs enseignants. L'éloignement des programmes de mathématiques des réalités nationales et des besoins des différents apprenants, chacun selon son profil de sorties sont une entrave à un enseignement équitable des mathématiques. Des efforts méritent d'être fournis pour rapprocher les programmes des besoins réels des apprenants en fonction des différents profils à la sortie. La prise en compte des pratiques professionnelles semble une voie pour aboutir à un enseignement équitable des mathématiques, gage d'un développement professionnel des enseignants de l'enseignement et de la formation technique et professionnelle. Politiciens, enseignants, formateurs d'enseignants et didacticiens en sont interpellés.

Références bibliographiques

- BOUMGHAR Said, KENDIL Djamel, GHEDJGHOUDJ Sassia, LOUNIS Ali. (2012). Enseignement-apprentissage du concept "force" et persistance des difficultés : Quelle influence mathématique ? review of science, mathematics and ict education, 6(2) , 63-81.
- FABRE Michel. (1994). – Penser la formation, Paris, PUF.
- LE BAS Alain. (2005). Didactique professionnelle et formation des enseignants. In: Recherche & Formation, N°48 , Formation et problématisation. pp. 47-60.
- JOUIN Béatrice. (2000). Problèmes de l'enseignement des sciences physiques en lycée professionnel dans leur fonction de « discipline de service » par rapport à la technologie dans le domaine de la mécanique automobile. Thèse, ENS Cachan.
- MÉRIEU Philippe. (1992). – Enseigner, scénario pour un métier nouveau, Paris, ESF
- Ministère des Enseignements Secondaire, Supérieur et de la Recherche Scientifique (MESSRS) & Programme de Renforcement de la Formation professionnelle (PRFP), (2010). Programme de formation du brevet de technicien supérieur, option génie-civil construction.
- Ministère des Enseignements Secondaire, Supérieur et de la Recherche Scientifique (MESSRS) (2008) : Politique nationale d'enseignement et de formation techniques et professionnels.
- PICON Antoine. (1989) : Les ingénieurs et la mathématisation. L'exemple du génie civil et de la construction. In: Revue d'histoire des sciences, tome 42, n°1-2, 1989. pp. 155-172.
- RAISKY Claude., Caillot Michel. (éd.) (1996). Au-delà des didactiques, le didactique. Débats autour de concepts fédérateurs, De Boeck Université, Bruxelles.
- UNESCO. (2003) Enseignement et formation techniques et professionnels pour le vingt et unième siècle: recommandations de l'UNESCO, document de programme et de réunion [162538].
- MAHEU Sophie (2008) l'apport des disciplines contributives scientifiques dans les programmes techniques. vol. 21, n° 2, pédagogie collégiale 27.