



TITRE: LES MATHÉMATIQUES DANS LA FORMATION DES ÉLÈVES MAÇONS EN FRANCE. ANALYSE D'ÉPREUVES DU CERTIFICAT D'APTITUDE PROFESSIONNELLE (CAP)

AUTEUR: BUTLEN DENIS

PUBLICATION: ACTES DU HUITIÈME COLLOQUE DE L'ESPACE MATHÉMATIQUE FRANCOPHONE – EMF 2022

DIRECTEUR: ADOLPHE COSSI ADIHOU, UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE (CANADA/BÉNIN) AVEC L'APPUI DES MEMBRES DU COMITÉ SCIENTIFIQUE ET DES RESPONSABLES DES GROUPES DE TRAVAIL ET PROJETS SPÉCIAUX

ÉDITEUR: LES ÉDITIONS DE L'UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

ANNÉE: 2023

PAGES: 84 - 94

ISBN: 978-2-7622-0366-0

URI:

DOI:

Les mathématiques dans la formation des élèves maçons en France. Analyse d'épreuves du Certificat d'Aptitude Professionnelle (CAP)

BUTLEN, Denis¹

Résumé – L'analyse des épreuves écrites de mathématiques et des épreuves professionnelles de l'examen de fin de formation des élèves maçons en France fait apparaître un décalage important portant sur les contenus et les supports graphiques mobilisés. Deux logiques semblent entrer en concurrence : une logique de formation professionnelle et une logique de formation du citoyen. Ces différences interrogent la contribution de la formation mathématique à l'appropriation des outils spécifiques du métier.

Mots-clefs : didactique des mathématiques, enseignement professionnel, maçons, logiques de formation

Abstract – The analysis of the written mathematics tests and the professional tests of the final examination for student masons reveals a significant discrepancy in the content and graphic supports used. Two logics seem to be competing: a logic of vocational training and a logic of training the citizen. These differences question the contribution of mathematical training to the appropriation of the specific tools of the profession.

Keywords: didactics of mathematics, vocational education, masons, training logics

1. CY Cergy Paris Université, Laboratoire de Didactique André Revuz, France, denis.butlen@cyu.fr

Contexte de la recherche et documents analysés

Le contexte de la recherche

Initialisée dans le cadre d'un projet de recherche franco-algérien intitulé *les écrits professionnels des élèves maçons, raisonnements et exactitude des résultats dans un langage adéquat*, cette étude s'inscrit dans un projet plus large d'analyse des pratiques des enseignants qui exercent dans des conditions pouvant apparaître comme difficiles notamment s'adressant à des élèves en difficulté en mathématiques Charles Pézard (Butlen D., Masselot P, 2019)). Le cadre théorique et méthodologique mobilisé est celui de la double approche didactique et ergonomique (Robert, Rogalski, 2002).

Deux questions sont à l'origine de la recherche. Quelle est la contribution de la formation en mathématiques à la constitution des savoirs professionnels des élèves maçons ? Quels savoirs mathématiques sont nécessaires à leur formation professionnelle ?

Le corpus de données

Afin de répondre à ces questions, nous avons analysé plusieurs types de données.

L'analyse des programmes, des instructions officielles et des différents référentiels de formation a permis d'identifier les savoirs à enseigner et les compétences à acquérir lors de cette formation de CAP. L'analyse des exercices des épreuves de mathématiques de l'examen de CAP a permis de préciser les notions mathématiques dont la maîtrise est exigée en fin de formation. Enfin nous avons mis en relation les savoirs mathématiques convoqués lors de l'épreuve intitulée « analyse d'une situation professionnelle » avec ceux de l'épreuve de mathématiques. Cette épreuve a pour but de mesurer la maîtrise de savoirs professionnels nécessaires à la préparation et à la réalisation d'une situation professionnelle susceptible d'être rencontrée dans l'exercice du métier.

Analyse des attentes institutionnelles en mathématiques

Pour déterminer ces attentes, nous avons analysé deux types de documents : les programmes officiels de mathématiques en vigueur lors de la période 2004-2020 et les référentiels accompagnant ces programmes.

Les programmes de mathématiques fixant les contenus enseignés lors de la formation du métier de maçon sont pour une part importants communs à différents métiers du bâtiment mais aussi à d'autres métiers faisant l'objet d'un CAP. Ils sont accompagnés d'un référentiel de compétences et d'instructions relatives à la conception des épreuves d'examen. Ils font référence au socle commun

de connaissances, texte institutionnel fixant les connaissances et compétences jugées indispensables pour la formation du citoyen et devant être acquises à la fin de la scolarité obligatoire.

Trois versions de ces programmes ont été rédigés en 2002, 2009 et 2019. Ces programmes successifs présentent une grande stabilité. Les changements sont mineurs. Les intitulés sont souvent identiques au mot près. On peut noter quelques ajouts et quelques suppressions qui ne changent pas l'équilibre général.

Les objectifs des programmes et référentiels de mathématiques

La formation de CAP doit permettre une adaptation aux évolutions probables des métiers. Peu de connaissances nouvelles sont proposées en mathématiques. La plupart d'entre elles ont été vues au collège. Il est toutefois précisé :

Il ne s'agit pas (...) de révisions ; l'enseignant utilisera le support de situations empruntées aux autres disciplines - notamment du secteur professionnel - ou issues de la vie courante pour faciliter la compréhension et la maîtrise de concepts et en montrer l'efficacité. (...)

La formation en mathématiques (...) a pour objectifs, dans le cadre du référentiel de certification, l'acquisition de connaissances de base dans ces domaines et le développement des capacités suivantes : formuler une question dans le champ où elle trouve naturellement sa place et analyser les informations qui sous-tendent cette question ; argumenter avec précisions ; appliquer ces techniques avec rigueur ; analyser la cohérence des résultats (notamment par la vérification d'ordre de grandeur) ; rendre compte par oral et/ou par écrit des résultats obtenus. (Programme de mathématiques 2010, page 1).

Les contenus sont organisés en domaines mathématiques :

- Le calcul numérique
- Le repérage, en fait il s'agit de l'analyse et représentation de données dont les objectifs sont d'apprendre à partir de situations professionnelles ou de la vie courante à lire un tableau numérique ; placer des points dans un plan rapporté à un repère orthogonal ; exploiter des courbes tracées dans un plan rapporté à un repère orthogonal.
- La proportionnalité, notons que l'on ne parle pas de fonction linéaire mais de situation linéaire ou de relation de la forme $y = ax$.
- Les situations du premier degré (résolution d'équation)
- Les statistiques descriptives (tableau de données, caractère, effectif, fréquence, moyenne)
- Géométrie plane et dans l'espace

A titre d'exemple, intéressons-nous au domaine géométrique.

Le domaine géométrique

Les programmes précisent les savoirs de géométrie plane :

Pour développer la perception des objets géométriques dans des situations professionnelles, dans d'autres disciplines ou dans la vie courante, les objectifs visés sont les suivants : mettre en œuvre les notions géométriques essentielles par la description et la construction d'objets géométriques du plan ; utiliser les instruments pour, construire des objets géométriques, mesurer des longueurs et des angles, constater l'égalité de segments ou d'angles ; calculer des grandeurs attachées à ces objets. (Programme de mathématiques 2010, page3)

Le référentiel de compétences précise et liste ces contenus : segment, parallélisme, orthogonalité, angle, médiatrice d'un segment, symétrie centrale et orthogonale, axe et centre de symétrie, polygones usuels, cercle, unités de longueur et d'aire, distance d'un point à une droite, Après un titre, le style par défaut est normal

Dans le domaine de la géométrie dans l'espace, le programme précise :

Pour développer la perception des objets géométriques de l'espace dans des situations professionnelles, dans d'autres disciplines ou dans la vie courante, les objectifs visés sont les suivants : mettre en œuvre les notions géométriques essentielles pour l'identification de solides usuels ; calculer des grandeurs attachées à ces solides. (Programme de mathématiques 2010, page3)

Des modifications peu importantes d'un programme ou d'un référentiel à l'autre

Comme nous l'avons déjà souligné, les différentes versions des programmes restent très proches. Notons toutefois l'introduction de notion de probabilité relevant de cas simples en 2019. Il est aussi précisé en 2009 que dans le cadre d'une pédagogie de l'alternance, les professeurs de mathématiques-physique devront faire des visites d'élèves en stage pratique dans le but d'amener les élèves à prendre en compte la réalité de ces enseignements dans la pratique quotidienne du métier (modèles mobilisés implicitement). Il est précisé que ces visites pourront être préparées en amont par un questionnaire dont les réponses seront exploitées au retour en lycée

Enfin, il est indiqué que le professeur de mathématiques-sciences physiques doit avoir le souci de compléter l'acquisition et la validation des compétences du socle commun non validées au collège.

Des exemples de situations professionnelles privilégiées par le référentiel

Les différentes versions de référentiels indiquent des exemples de situations. Outre l'idée, difficile de cerner, de situations de la vie courante, il est fait référence pour le domaine numérique : à des éléments commerciaux (facture, calcul de TVA) et pour le domaine géométrique à l'observation et description d'une charpente, d'une photographie de monument, à la façade d'un édifice, à la lecture et exploitation de dessins techniques (plans et schémas de pièces, d'édifices), au calcul d'une surface à peindre ou à tapisser, à la construction de figures de la vie professionnelle telle que carreau, vitres, etc. , au volume d'eau pour remplir une piscine, au volume d'une cuve, d'une pièce, etc.

Analyse des épreuves de mathématiques de CAP

Afin d'analyser ces épreuves de mathématiques, nous nous sommes intéressés aux notions convoquées dans les exercices, aux types de situations et aux contextes des situations habillant les exercices, aux supports et représentations mobilisés.

Les épreuves analysées

Nous avons analysé 18 épreuves nationales ou académiques de mathématiques de CAP (de 2004 à 2020).

L'épreuve de mathématiques comporte 2 à 3 exercices. Les exercices de géométrie et de proportionnalité sont les plus présents. Ainsi 15 sujets sur 18 comportent un ou plusieurs exercices de géométrie ; le même nombre d'épreuves comportent un exercice portant sur la proportionnalité ou l'étude de situation linéaire. D'autre part, 12 sujets comportent un exercice de statistiques descriptives

Les types de situations ou les contextes convoqués

Nous avons distingué deux types de situations.

La première regroupe les situations de la vie courante et celles relevant d'une approche culturelle. Dans ces situations, les mathématiques sont des outils pour résoudre un problème. Nous avons pris en compte la part laissée à l'élève dans la reconnaissance ou non du modèle sous-jacent. Nous avons identifié celles qui demandaient ou non une part consistante ou faible de modélisation.

Nous avons dénombré 14 épreuves (78%) et 28 exercices (54%) qui présentent ou relèvent des situations de la vie courante ou des situations culturelles comportant une faible part de modélisation. De plus, 7 épreuves (39%) et 7 exercices (14%) relèvent de cette même catégorie mais sans une part de modélisation.

La seconde catégorie est celle des situations convoquant un contexte professionnel. 11 exercices (21%) relevant de 6 épreuves différentes seulement (33%) sont à classer dans cette catégorie des situations initialisées par une question professionnelle demandant ou non une part (consistante ou faible) de modélisation. Précisons que 8 exercices (15%) présents dans 5 épreuves différentes (28%) ne demandent aucune modélisation.

La mobilisation d'un contexte professionnel apparaît donc davantage comme un prétexte ou un habillage pour traiter de questions mathématiques que pour traiter une réelle question professionnelle. Aucune connaissance professionnelle spécifique du métier n'est mobilisée ou visée à cette occasion. Il s'agit essentiellement de justifier des calculs d'aire, de coût, de division (consommation ou débit ou vitesse dépendant linéairement d'une donnée), voire la reconnaissance de polygones ou la mobilisation de propriétés géométriques simples (Thalès, Pythagore, etc.).

Les exercices de géométrie

Les supports des exercices de géométrie font intervenir quasi systématiquement (14 épreuves 15) des dessins figuratifs associés (dans 10 cas sur 15) à une figure géométrique donnée et décontextualisée. Dans 12 sujets, une figure géométrique accompagnée d'une légende ou d'un commentaire faisant référence à une situation plutôt professionnelle ou de la vie courante (représentant une salle par exemple) est présente.

Il n'est jamais demandé aux élèves de produire la figure géométrique associée au dessin ou à la description de la situation évoquée.

Les figures comportent des lettres pour désigner les points et souvent des indications de mesure de longueur ou d'angle.

La tâche prescrite demande souvent un calcul à partir des données de la figure ou l'utilisation d'une propriété. Ainsi, nous dénombrons 7 épreuves et exercices demandant une application du théorème de Pythagore et plus rarement (3 seulement) une application du théorème de Thalès. notons que dans ce dernier cas, ce sont plutôt des épreuves d'avant 2010.

2 épreuves demandent la mobilisation d'une relation métrique dans le triangle rectangle. Les calculs d'une mesure de longueur sont présents dans 3 épreuves, ceux de calculs d'aire dans 8 épreuves et de volume dans 5 épreuves. 4 sujets font appel à des notions de trigonométrie.

Les exercices numériques (15 épreuves sur 18)

Tous les sujets (sauf 1) comportent le tracé d'une droite à partir d'une relation linéaire ou à partir d'un tableau de données. 13 sujets sur 15 demandent de lire le graphique pour déterminer l'une ou les deux coordonnées d'un point du graphe et interpréter le résultat.

La moitié des énoncés demandent de reconnaître une situation linéaire à partir d'un graphique ou d'un tableau de nombres (8 sur 15). En revanche, rares sont les sujets qui demandent la production de la relation linéaire ($y=ax$) à partir des données d'un tableau ou d'une phrase de l'énoncé.

Quelques sujets proposent de comparer les graphes de fonctions linéaires et affines en vue d'une comparaison de coût. La majorité des sujets donnent le graphe de la fonction linéaire ou affine.

Les exercices de statistiques (12 épreuves sur 18)

Ils concernent 12 épreuves sur les 18 analysées ; leur présence devient systématique à partir de 2010. Ils portent sur des calculs de moyennes (6 cas sur 12) ou de fréquences (10 cas) ou d'effectifs (6 cas).

La complétion ou l'interprétation d'un diagramme circulaire sont demandées dans 3 cas et dans 8 cas pour un diagramme en bâtons. Le diagramme est systématiquement donné ; l'élève doit tout au plus le compléter à partir de données organisées en tableau.

Il s'agit quasi systématiquement d'interpréter et ou de compléter un tableau de données (brutes ou statistiques). Dans 3 cas, l'élève doit effectuer le passage d'un tableau de données brutes ou d'un diagramme avec légende à un tableau statistique. Enfin, 5 exercices demandent d'identifier un caractère (quantitatif).

Analyse d'une situation professionnelle (épreuve 1 du CAP)

Présentation de l'épreuve

Nous avons précédemment évoqué le statut de cette épreuve professionnelle. Elle comporte un dossier ou figurent différents documents que l'élève doit analyser pour répondre aux questions qui lui sont posées

Les compétences demandées dans cette épreuve sont de différents types. On peut noter la mobilisation de connaissances « technologiques » qui le plus souvent figurent dans les documents distribués aux candidats. Toutefois, assez peu de termes techniques spécialisés sont utilisés sans être définis dans les documents.

Il s'agit d'une épreuve visant à mesurer les capacités du candidat à se servir de documents pour renseigner des questions techniques.

Le décodage de plans mobilise des connaissances spécialisées mais en nombre limité. Il s'agit surtout de savoir lire des côtes, utiliser ces renseignements pour calculer des longueurs ou des aires,

passer de longueurs sur plan aux longueurs réelles ou réciproquement (échelle) ou encore calculer une pente (de façon non théorique) ou bien mesurer un angle. Mais le plus souvent les connaissances mathématiques convoquées sont très simples et anciennes.

L'épreuve peut comporter une lecture de graphiques proches de ceux existant dans les épreuves de mathématiques. Dans une des épreuves, il est demandé de citer le théorème de Pythagore comme outil de contrôle des longueurs des éléments d'une équerre en bois, partie de la charpente.

Les supports de l'épreuve professionnelle, comparaison avec les supports de l'épreuve de mathématiques

L'élève doit travailler à partir de plans (respectant visiblement des critères professionnels) nettement plus complexes que ceux de l'épreuve de mathématiques. En revanche, certaines questions peuvent s'appuyer sur des schémas proches de ceux convoqués en mathématiques. Les plans peuvent être associés à des dessins figuratifs ou des photos. Des questions demandent aux candidats de mettre en relation les premiers et les seconds.

Conclusion

Nous constatons un décalage important dans les tâches demandées dans les deux types d'épreuves mais aussi dans les supports graphiques mobilisés.

Malgré les injonctions institutionnelles du référentiel, les représentations des épreuves mathématiques restent proches des représentations fréquentées au collège. Le contexte professionnel est souvent un prétexte pour traiter un problème mathématique. Les problématiques professionnelles sont souvent convoquées pour initialiser une résolution proche de celles demandées au collège.

Les représentations (plan notamment) de l'épreuve professionnelle sont plus complexes et servent de supports à des questions mathématiques plutôt simples mais proches de certaines questions de l'épreuve de mathématiques.

L'épreuve de mathématiques semble devoir répondre à deux logiques différentes (présentes dans les programmes officiels) : une logique professionnelle d'une part et une logique de consolidation de connaissances et compétences du socle commun de connaissances indispensable à la construction du citoyen d'autre part.

La logique professionnelle semble répondre à plusieurs objectifs. D'une part ancrer et légitimer une « mise à niveau mathématique » dans un contexte professionnel. Les connaissances mathématiques sont censées devoir fonctionner comme des modèles pouvant expliquer certaines pratiques professionnelles mais l'épreuve mathématique de l'examen demande peu de modélisation à l'élève.

D'autre part, il s'agit de réconcilier les élèves avec les mathématiques en les présentant comme des connaissances incontournables mais pouvant être masquées dans la pratique.

La logique de consolidation des connaissances semble répondre à un souci de consolider une culture générale et de stabiliser des connaissances indispensables pour le citoyen, à prévoir des mutations professionnelles et enfin à laisser une possibilité de poursuivre des études de type technique

Bibliographie

- Butlen D., Masselot P., (2019), Enjeux et modalités de formation pour les professeurs des écoles en didactiques des mathématiques, *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education*, Canada
- Ministère de l'Éducation Nationale, Banque Nationale des sujets d'examen de l'enseignement professionnel, Épreuves de mathématiques et épreuves professionnelles n°1, (2004-2020), *Eduscol*, https://bnseep.eduscol.education.fr/ressources/examens/consultation_ministere/epreuvescb2a.html?choixdip=5002321700
- Ministère de l'Éducation Nationale (2002), Programme de mathématiques, *Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale*, n°5, 33-57
- Ministère de l'Éducation Nationale (2010), Programme de mathématiques, *Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale*, n°8, 1-30
- Ministère de l'Éducation Nationale (2019), Programme de mathématiques, *Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale*, n°5, 1-30
- Robert A., Rogalski J. (2002) Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche, *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education* 2 (4), 505-528, Toronto