

## **Grandeurs et mesures :**

### ***Une approche interdisciplinaire pour la formation des enseignants du primaire***

Clément Maisch <sup>(1)</sup>

Maha Abboud <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>LDAR, Université d'Artois, Université Paris Diderot - Paris VII, Université de Cergy Pontoise, Université de Rouen, Université Paris-Est Créteil

#### **Résumé**

L'enseignement des grandeurs et des mesures à l'école élémentaire est un thème interdisciplinaire partagé entre l'enseignement des mathématiques et celui des sciences expérimentales. De nombreuses études décrivent son importance que ce soit dans la construction du concept du nombre, la compréhension de la nature des sciences et de la démarche expérimentale, ou encore dans la construction d'un esprit-critique. Elles soulignent le besoin de s'intéresser à la formation des futurs enseignants dans une approche interdisciplinaire. Dans cette communication, nous présentons une séquence maths-sciences de formation pour les futurs professeurs des écoles conçue dans le cadre d'une recherche exploratoire. Nous en analysons la mise en place et envisageons des ajustements et des perspectives.

#### **Mots-clés**

Grandeur, Mesure, Professeurs des Ecoles Stagiaires, Physique, Mathématiques.

## ***Quantities and Measurement: An Interdisciplinary Perspective for Primary School Teacher Education***

#### **Abstract**

*Teaching of quantities and measurement at primary school is a interdisciplinary issue shared by mathematics and physics teaching. Many studies describe how significant this teaching is to build the concept of number, the understanding of the nature of sciences and the scientific approach, or to develop a critical mind. This paper present a chain of three courses for primary student teachers conducted by both a mathematics and sciences teacher educators. It was designed as part as an exploratory study. We analyse its implentation and propose adjustments and perspectives.*

**Key-words**

*Quantity, Measurement, Primary school student teacher, Physics, Mathematics.*

## INTRODUCTION ET CONTEXTE

Même si « Grandeurs et mesures » est un domaine spécifique de l'enseignement des mathématiques dans les premiers cycles de la scolarité en France, il revêt un aspect interdisciplinaire incluant les sciences expérimentales. Dès le cycle 1, les grandeurs sont introduites pour aider la compréhension du concept de nombre, ensuite vient, dès le cycle 2, un travail spécifique sur les mesures des grandeurs et les unités de mesure. Parallèlement, la question des mesures prend progressivement une place plus importante au sein des programmes de science et technologie. Les questions d'erreurs et d'incertitudes sur les mesures n'apparaissent qu'au cycle 4.

Du côté de la didactique de la physique, les études sur l'enseignement et les apprentissages de la mesure se situent majoritairement dans l'enseignement secondaire et les cycles universitaires (Séré, 2008, Maisch *et al*, 2008, Buffler *et al*, 2009). Le groupe dirigé par V. Munier s'est centré sur les enjeux de la mesure aux cycles élémentaires. Ainsi Passelaigue et Munier (2012) montrent que des professeurs des écoles stagiaires (PES) restent vagues dans les postures épistémologiques à adopter vis-à-vis de la mesure. Elles expliquent que :

« [...] ils ne sont pas en mesure de s'approprier les enjeux des prescriptions officielles concernant l'introduction des grandeurs et qu'ils sont parfois démunis pour aborder les questions liées à la mesure et aux incertitudes avec leurs élèves. » (p.29)

Elles s'interrogent donc sur le type de formation à leur fournir : doit-elle être épistémologique ou didactique. A travers une étude ultérieure (2015), elles montrent à l'aide de questionnaires et d'entretiens que certains des PES ont une compréhension très insuffisante des termes « mesure » et « grandeur ». Il semble que la notion de grandeur soit moins comprise que celle de mesure : la notion de grandeur est quelque chose de floue et de mal définie et ne devient quelque chose de précis qu'une fois qu'elle est mesurée.

Du côté de la didactique des mathématiques, les études ont porté sur les relations entre : l'objet, la grandeur et la mesure. Brousseau (2002) justifie le recours au concept de grandeur, entre autre, par ses évolutions au sein des institutions scientifiques, sa relation avec des connaissances scientifiques fondamentales, et son intégration dans des processus naturels et scolaires précoces et très prolongés. Néanmoins, il souligne l'importance de distinguer les différents usages des termes relatifs aux grandeurs et aux mesures. De plus, du côté de la mesure, Chesnais et Munier (2015) remarquent que les questions des aspects matériels et de leurs incertitudes semblent être souvent ignorées en mathématiques. Le travail sur les aspects matériels du mesurage est renvoyé aux enseignements de physique. Aussi, concernant, l'enseignement de la nature et du traitement des erreurs, la valeur de la mesure se limite souvent à la définition d'une valeur exacte et d'une valeur approchée.

Elles expliquent qu'il est nécessaire de distinguer la mesure théorique qui correspond plutôt à une mesure exacte d'une grandeur *idéale*, et la mesure *empirique* qui renvoient à des pratiques matérielles.

La variété de traitement du rapport au réel entre mathématique et physique illustre un écart qui semble se reproduire dans l'enseignement au primaire. D'un côté, les mathématiques mettent en avant l'articulation entre la notion de grandeur et celle de mesure dans une visée de construction des nombres. De l'autre, la physique se concentre sur les questions de la précision et des incertitudes des mesures. Il semble alors raisonnable de s'interroger sur la manière dont les PES pourraient s'emparer de ces enseignements.

## **UNE ETUDE EXPLORATOIRE**

Dans la lignée des travaux de Passelaigue et Munier (2015), nous nous interrogeons sur la possibilité de mettre les PES en contact avec la réalité des objets liés aux grandeurs et aux mesures de manière à ce qu'ils puissent leur donner plus de sens et ne pas rester dans une approche floue. De même, nous nous demandons si un travail spécifique sur l'acte de mesurage, mené dans le cadre de la formation mathématiques et physique peut permettre à ces étudiants de dépasser leurs difficultés relatives aux caractères empirique et idéal de la mesure. Nous avons ainsi entrepris une étude exploratoire afin de tester une approche globale de la formation des PES en mathématique et en physique des thèmes grandeur et mesure, et d'autre part, de recueillir des observables. Cela avait pour objectif de nous permettre de mieux délimiter notre questionnement et d'envisager une nouvelle problématique qui serait la base d'un deuxième temps de recherche.

## **Conception et mise en place**

Nous avons conçu une progression de trois séances de formation. Lors de la première séance, nous avons revisité les notions de grandeur et de mesure, puis, avec les PES, nous avons analysé leurs progressions dans les programmes de mathématiques du Cycle 1 au Cycle 3. Durant la seconde séance, ils ont effectué une visite guidée au musée des Arts et Métiers (CNAM), présentant l'évolution historique des étalons et des instruments de mesures. Ils devaient collecter des informations sur les instruments d'une grandeur choisie (masse, longueur, ou durée). La troisième séance a été organisée en trois phases. Tout d'abord, un retour sur la visite au musée a été mené. Ensuite, les PES devaient vérifier si les couloirs des trois étages du bâtiment dans lequel se déroulaient la formation étaient bien identiques en mesurant leurs longueurs. Pour cela, deux types de bandelette de longueurs différentes leur ont été

distribués par groupes en fonction du pan de mur auquel ils étaient affectés. Les bandelettes ont été élaborées de manière à favoriser l'émergence d'erreurs de mesure. De manière à s'exonérer des unités habituelles, leurs tailles étaient des multiples l'une de l'autre (et donc permettaient une comparaison direct des résultats entre eux). Aucune indication n'a été fournie par les formateurs sur la manière d'effectuer ces mesures. Les PES devaient trouver et organiser leur propre stratégie de mesurage. Enfin, la troisième phase consistait en une mise en commun des stratégies et des résultats de mesurage ainsi qu'une réflexion collective pour prendre une décision sur l'égalité de longueur des couloirs.

Concernant le recueil de données, nous avons choisi de nous concentrer sur la troisième séance. Premièrement, nous avons utilisé la transcription d'un enregistrement audio de la discussion lors de la première phase. Nous y avons recherché les thèmes évoqués par les PES ainsi que des références spécifiques à des notions visées dans l'enseignement des « grandeurs et mesures ». Ensuite, nous avons relevé dans la troisième phase, les stratégies de mesurage présentées par les différents groupes ainsi que les traitements des données effectués.

## **Analyses**

La séance commence par un retour sur la visite au musée. La discussion sur la grandeur « durée » portant sur ses instruments et leurs utilisations approfondit la distinction entre les notions de durée et de temps présentée lors de la première séance. Ensuite, la discussion sur la grandeur « masse » illustre le fait que les relations entre les multiples et les sous-multiples d'une unité de mesure ne sont pas toujours régies par un rapport décimal (exemple de la pile de Charlemagne). Puis, l'échange s'oriente vers les différents types de balances et de leur intérêt du point de vue de l'enseignement de la technologie (construction de balances romaines). Enfin, la grandeur « longueur » est abordée en s'appuyant sur des unités anciennes comme par exemple la toise et la « lieue ». L'étude d'une partie du texte de loi originel du système métrique permet d'introduire des savoirs à enseigner aux élèves d'un point de vue pluridisciplinaire (mathématique, physique, technologie et aussi histoire).

Ensuite les PES mettent en commun leurs stratégies de mesurage. Ils présentent tout d'abord la ou les méthodes qu'ils ont développées pour obtenir leur résultat. La majorité tente avant tout de définir une unité de transfert en utilisant un repère répétitif présent dans l'environnement proche (par exemple le carrelage au sol) ou en se référant au corps humain (longueur d'un pas, pieds, etc). Ils mesurent ce repère à l'aide de leur bandelette puis comptent le nombre de répétitions de cet élément (procédure de proportionnalité souvent utilisée en mathématiques). Non satisfaits de la valeur obtenue, certains s'orientent vers une stratégie de report de bandelette. Les PES

expliquent que cette procédure entraîne des erreurs mais moins qu'en utilisant une unité de transfert. Enfin, la répétition de la bandelette ou de l'élément de référence n'est pas toujours suffisante pour obtenir un nombre entier correspondant exactement à la distance recherchée. Pour cette raison, la plupart des groupes ont définis un sous-multiple de l'unité en pliant la bandelette. Ces stratégies sont utilisées spontanément. Elles recourent l'ensemble des thèmes traités sur les grandeurs : la référence à une unité pour mesurer une grandeur, le recours à une unité de transfert, le recours à la définition d'un sous-multiple de l'unité.

Dans la dernière phase, les valeurs obtenues sont affichées au tableau. Puis les PES déterminent un résultat commun concernant la longueur du couloir selon le type de bandelettes utilisées. Les deux groupes (re-crées en fonction des bandelettes utilisées) proposent de faire une moyenne des valeurs. Les PES doivent, pour finir, trouver une manière de prendre une décision par « groupe d'étage » (en comparant les valeurs obtenues entre les grandes et les petites bandelettes). Ils jugent nécessaire de convertir les résultats en une même unité en déterminant le coefficient multiplicateur entre les bandelettes. Après avoir convertis les valeurs, les groupes proposent une nouvelle fois d'en calculer la moyenne. Certains PES ne sont pas entièrement satisfaits de cette méthode expliquant que le calcul de la moyenne n'est pas le meilleur outil pour obtenir un résultat et effectuer un choix entre les valeurs « finales » mais qu'il s'agit du seul outil qu'ils aient à leur disposition. Le formateur de physique introduit alors la question de l'exactitude des mesures et la notion d'erreur, et la séance se termine avec un travail sur ces notions. Deux problématiques du traitement des mesures sont illustrées : la question de la validité de la valeur obtenue par rapport à la question initiale, ainsi que la question de la possibilité d'éliminer des valeurs « erronées » car sortant d'un groupe de valeurs homogènes.

## **DISCUSSION**

La durée de l'échange sur la visite du musée peut symboliser un travail de défrichage et d'éclaircissement autour de nombreux concepts. Malgré tout, nous supposons qu'il est essentiel que les PES aient à remplir une tâche particulière durant cette visite pour lui donner plus de sens. Aussi, le réinvestissement du questionnaire développé par Passelaigue et Munier (2015) pourrait nous permettre d'obtenir une indication de la compréhension qu'ont les PES des grandeurs et des mesures par la découverte des objets physiques qui y sont liés. Ce questionnaire ferait parti d'un travail de plus grande ampleur sur l'évaluation de l'évolution des raisonnements des PES au travers cette formation et la pertinence des situations proposées.

L'activité de mesurage nous a permis de nous rendre compte à quel point les PES étaient capables de mobiliser des stratégies liées aux mesures ainsi que d'en définir

certaines limites. Il est cependant permis de douter de leur capacité à faire un lien entre leurs propres actions et raisonnements, et les savoirs enseignés durant les séances précédentes (en mathématiques et en physique). Aussi, cette dernière phase pourrait déboucher sur un travail portant sur les questions des incertitudes selon une approche probabiliste, par exemple par l'utilisation d'une représentation graphique tel que le proposent Munier *et al.* (2013).

Enfin, le travail conjoint des formateurs, relevant de deux disciplines différentes avec clairement des approches qui leur sont propres, a permis aux PES de se rendre compte de la complexité du thème « grandeur et mesure » et de sa potentialité comme levier pour établir des liens entre des notions relevant de plusieurs disciplines mais aussi des concepts du quotidien.

## BIBLIOGRAPHIE

- BROUSSEAU, G. (2002). Les grandeurs dans la scolarité obligatoire. *Les grandeurs dans la scolarité obligatoire*. La pensée sauvage éditions, 331-348.
- BUFFLER, A., LUBBEN, F. & BASHIRAH, I. (2009). The Relationship between Students' Views of the Nature of Science and their Views of the Nature of Scientific Measurement, *International Journal of Science Education*, 31(9), 1137-1156.
- CHESNAIS, A. & MUNIER, V. (2015). Mesure, mesurage et incertitudes : une problématique interdidactique mathématique/physique. *Actes du séminaire national de l'ARDM, novembre 2015*.
- MAISCH, C., NEY, M. & BALACHEFF, N. (2008). Quelle est l'influence du contexte sur les raisonnements d'étudiants sur la mesure en physique ? *ASTER*, 47, 43-70.
- MUNIER, V., MERLE, H. & BREHELIN, D. (2013). Teaching Scientific Measurement and Uncertainty in Elementary School. *International Journal of Science Education*, 35, 2752-2783.
- MUNIER, V. & PASSELAIGUE, D. (2012). Réflexions sur l'articulation entre didactique et épistémologie dans le domaine des grandeurs et mesures dans l'enseignement primaire et secondaire. *Tréma*, 38. doi : 10.4000/trema.2840
- PASSELAIGUE, D. & MUNIER, V. (2015). Schoolteacher Trainee's Difficulties about the Concepts of Attribute and Measurement. *Educational Studies in Mathematics*, 89, 307-336.
- SERE, M. G. (2008). La mesure dans l'enseignement des sciences physiques : évolution au cours du temps. *Aster*, 47, 25-42.