

DES ATELIERS DE GRANDEURS EN FORMATION INITIALE DES ENSEIGNANTS : POUR QUELS APPRENTISSAGES ?

Céline MOUSSET

Maitre-assistante en mathématiques et didactique, HELHa

GEM - CRIPEDIS

mousetc@helha.be

Résumé

Dans le cadre de la formation initiale d'instituteurs primaires en Belgique, je propose depuis plusieurs années un dispositif dense autour des grandeurs et du mesurage. Désireuse de continuer à le faire évoluer, je souhaitais le soumettre au regard averti de collègues de la COPIRELEM. Lors de l'atelier à Lausanne, après une brève mise en contexte, les participants ont eu l'occasion de vivre en sous-groupes quatre des activités sur lesquelles il se base. Ils les ont ensuite analysées selon différents axes que je leur ai proposés et ont compilé leurs observations en temps réel sur un outil collaboratif en ligne, un padlet. Enfin, un temps de partage et de prise de recul par axe a permis d'identifier, dans divers domaines, des apprentissages que les étudiants pouvaient retirer du dispositif et de dégager des pistes d'amélioration pour l'avenir.

I - PRÉSENTATION DU DISPOSITIF DE FORMATION INITIALE ET DE SES BÉNÉFICES DE BASE ATTENDUS

Dès leur première année d'étude, les étudiants en formation initiale d'instituteur primaire en Belgique suivent une unité d'enseignement (UE) assez conséquente (8 crédits), appelée « Ateliers de Formation Professionnelle » (AFP). Dans mon établissement, l'équipe a choisi de l'organiser en dix journées à thème, cogérées par un instituteur (Professeur des Écoles en France), un didacticien et un psychopédagogue qui offrent un triple regard sur la thématique du jour et la déclinent selon leur spécificité propre. L'objectif général de cette UE est de permettre aux étudiants d'avoir un premier aperçu des différents champs de didactique disciplinaire développés à l'école primaire, de leur faire initier une « boîte à outils pour enseigner » et de les accompagner dans la rédaction d'une préparation de leçon. Le tout doit faire l'objet de plusieurs transferts lors des premiers sujets enseignés en stage.

Pour ma part, j'interviens dans deux journées : l'une concerne la construction du système de numération, l'autre traite des grandeurs et mesures. Cette dernière a pour ambition supplémentaire de faire évoluer la relation, souvent abimée, qu'entretiennent les étudiants avec les mathématiques et de bousculer leurs représentations de ce qu'est faire des mathématiques à l'école primaire. Un sondage mené en 2018 auprès de l'ensemble des étudiants en formation à cette époque semble confirmer ces bénéfices secondaires (voir Mousset, 2019a).

Au niveau des connaissances disciplinaires et didactiques, les neuf activités proposées autour des grandeurs correspondent à différents temps d'apprentissage des enfants, offrant ainsi un aperçu global du chemin à parcourir et quelques situations d'expérimentation qui devraient aider à construire ces apprentissages avec sens. Elles sont organisées en ateliers tournants. Les étudiants les vivent en partie comme ils pourront les faire vivre dans les classes, dans une idée d'isomorphisme (Meirieu, 2015), d'homologie (Houdement et Kuzniak, 1996). De plus, certaines consignes du carnet de bord qui les accompagne les concernent exclusivement, les invitant à une prise de recul, un approfondissement, un transfert, amorçant ainsi les prémices de la construction de leur posture professionnelle de praticien réflexif (Paquay, 1994).

Dans les quinze jours qui suivent cet AFP « Grandeurs », quatre heures de cours sont consacrées à la reprise des tâches, de leur contenu, de certains prolongements et des aspects didactiques qui sous-tendent le tout. Les étudiants reçoivent un document dont le contenu dépasse les informations traitées

oralement, en soutien à leurs réflexions futures et à leurs préparations de leçons. L'appropriation de ce document, sa compréhension en profondeur et la capacité des étudiants à s'appuyer dessus pour concevoir leurs situations de classe constituaient jusqu'ici l'objectif d'apprentissage ultime de l'AFP au niveau mathématique et didactique. Comme nous allons le voir dans la suite de ce texte, le travail d'analyse réalisé autour de l'atelier de la COPIRELEM risque de faire bouger les lignes à ce niveau.

II - CONFRONTATION AVEC LE MODÈLE DE LA DÉMARCHE EXPÉRIMENTALE

Lorsque l'on interroge les étudiants sur leurs souvenirs de ce dispositif, ils utilisent inmanquablement le mot « manipulation ». Or, au-delà de la manipulation, il s'avère que la collection d'activités proposée en AFP répond aux caractéristiques de la démarche expérimentale telle que présentée dans Dias (2017). Reprenons-en les grandes lignes et confrontons-les au dispositif qui nous préoccupe.

1. « C'est l'enseignant qui choisit la situation d'apprentissage. » De fait, les activités sont imposées aux étudiants. Le matériel est en outre disposé au préalable sur neuf tables.
2. « Ce sont les élèves qui conduisent la résolution du problème. » Ils le font de façon autonome, répartis en groupes et guidés par les consignes de leur carnet de bord. Chacun est responsable de sa prise de notes personnelle.
3. « L'organisation du travail permet les échanges argumentés. » Le travail en groupe génère ces échanges.
4. « Un étayage constant et raisonné est assuré par l'enseignant. » Ce point est clairement défaillant dans le dispositif. Les contraintes organisationnelles m'obligent à travailler seule avec environ soixante étudiants répartis en neuf groupes, ce qui ne me permet pas d'être systématiquement au bon endroit, au bon moment pour assurer un étayage optimal. L'expérience m'a permis de pallier un peu ce problème majeur en affinant le carnet de bord et en choisissant les ateliers dans lesquels je passe à des moments que je sais délicats. Lors du débriefing également, une attention toute particulière est portée aux tâches habituellement plus problématiques. Cette année enfin, j'aurai la chance d'être assistée par deux collègues, ce qui devrait améliorer grandement la qualité de l'étayage.
5. « Un temps est dédié à la structuration des connaissances. » Ce temps, bien que nettement insuffisant (deux fois deux heures jusqu'ici), est pris sur les heures de cours de mathématiques dans les jours qui suivent les ateliers. Cette année, ce sont trois fois deux heures qui y seront consacrées.
6. « Un cahier d'expérience rend compte de tout le processus. » Ce fait a déjà été évoqué. Les étudiants reçoivent en outre un solide dossier méthodologique et didactique qui développe le tout.

Au-delà des manipulations d'objets au sens premier du terme, les étudiants sont invités à essayer, tester, vérifier, éprouver, autant de tâches propres à l'expérimentation.

Dans le temps de structuration postérieur à la journée d'ateliers, il serait riche et peu coûteux de rendre explicite cette concordance du dispositif avec la démarche expérimentale. Le cadre théorique de Dias (2017) constituerait un apprentissage supplémentaire à portée de main, d'autant plus parlant pour les étudiants qui l'auraient eux-mêmes vécu et donc en auraient une illustration directe.

III - CADRE DU TRAVAIL D'ANALYSE RÉALISÉ À LAUSANNE

Revenons à l'atelier qui s'est déroulé à Lausanne. Répartis aléatoirement en quatre sous-groupes, les participants ont été invités à vivre véritablement l'une des neuf activités du dispositif qui nous occupe. Le lecteur intéressé trouvera les quatre ateliers sélectionnés pour l'occasion en Annexe 1. Ils sont numérotés de 3 à 6, comme dans le dispositif plus large d'où ils sont issus.

Après la phase d'expérimentation, les participants ont pris du recul sur ce qu'ils venaient de vivre en répondant aux six questions que voici.

- a) Quels sont les contenus de type « savoirs », les concepts du champ des grandeurs travaillés dans l'activité ?
- b) Quels contenus de type « savoir-faire », gestes de mesurage peuvent être identifiés ?
- c) Parmi les principes méthodologiques suivants, proposés dans Lucas et al. (2018), lesquels sont d'application ?
 1. Découvrir les grandeurs par le corps (au sens de vivre une expérience physique)
 2. Recourir à beaucoup de matériel de cycle en cycle
 3. S'attarder sur l'approche qualitative des grandeurs
 4. Explorer le mesurage dans toute sa complexité
 - « Il est utile de travailler, d'abord, avec des étalons et des unités de mesure de grandeurs naturels. (...) »
 - Il est essentiel de laisser découvrir et admettre que le mesurage ne tombe pas juste. (...) »
 - C'est important de travailler, aussi, le choix de l'étalon pertinent. (...) »
 - Enfin, avec les étalons naturels, il est possible de construire la notion de systèmes d'unités de mesure. (...) »
 5. Se construire des repères dans les systèmes conventionnels
 6. Ancrer les formules dans des expériences manipulatoires
 7. Tester la pertinence des démarches pour les mobiliser à bon escient
 - « Il faut éviter de limiter les enfants à une seule procédure. (...) Il est important de solliciter plusieurs façons de faire (...) »
 - On travaille ainsi les démarches en termes de savoir conditionnel : à quelles conditions, quand vaut-il mieux procéder comme ceci ? (...) »
 8. Découvrir, développer un vocabulaire particulièrement riche, précis, rigoureux
 9. Découvrir, par les grandeurs, l'ici et l'ailleurs, l'aujourd'hui et l'hier
 10. Pratiquer l'interdisciplinarité en lien avec les grandeurs
- d) Parmi les « stratégies pour apprendre » listées ci-dessous (proposées par Fiorella et Mayer, 2015 et reprises dans Tricot, 2017), lesquelles sont activées ?
 1. Résumer : sélectionner les informations lues, les organiser, les intégrer, utiliser ses propres mots
 2. Cartographier : construire un réseau conceptuel, mettre en relation des concepts, créer des structures graphiques (ex. carte conceptuelle, graphique...)
 3. Dessiner
 4. Imaginer : créer mentalement des images
 5. S'auto-évaluer : se tester de manière répétée, se poser des questions sur un contenu déjà appris
 6. S'auto-expliquer : s'expliquer le contenu à soi-même
 7. Expliquer à autrui : ce n'est pas simplement redire, c'est élaborer sa réponse et pouvoir aussi répondre aux questions des autres
 8. Agir physiquement : manipuler des objets, mettre en action, faire des mouvements
- e) Quelles sont les spécificités pour l'adulte en formation ?
- f) Identifiez des pistes d'amélioration, des variantes.

Afin de consigner les réponses à ces questions en temps réel et en un seul lieu, les participants ont été invités à utiliser un padlet, outil collaboratif en ligne, que j'avais préorganisé en tableau à double entrée. La production collective, trace des contributions écrites à l'atelier, se trouve en Annexe 2.

Ensuite, dans chaque groupe, les participants se sont attribués un ou deux axes d'analyse, une ou deux questions ; de nouveaux groupes ont été constitués par axe afin de tenter de dégager des éléments transversaux aux quatre activités testées. Enfin, un temps de synthèse collectif a permis un partage final.

IV - APPRENTISSAGES IDENTIFIÉS PAR LES PARTICIPANTS

Voici les productions des participants en réponse au questionnement suscité, complétées d'éléments apparus lors des échanges oraux.

1 Apprentissages au niveau des contenus (savoirs et savoir-faire)

Les quatre activités (qui, pour rappel, sont numérotées de 3 à 6) sont des tâches de mesure avec des unités non conventionnelles. Trois grandeurs sont travaillées : la longueur (deux fois), la masse, la contenance/capacité. Dans la première activité (atelier n°3), la mesure est donnée et il faut trouver l'étalon. Dans la deuxième (atelier n°4), il s'agit de peser quelques objets plusieurs fois avec des étalons différents ; la notion d'intervalle, d'encadrement est présente. Dans la troisième (atelier n°5), la notion de système d'unités de mesure entre en jeu (en base trois dans l'activité). La quatrième (atelier n°6) met en avant les limites des unités non conventionnelles et amorce la découverte d'une unité conventionnelle de base, le mètre.

Le panel d'activités proposées induit la pratique de beaucoup de gestes de mesurage, tels que reporter un étalon, utiliser une balance à plateaux (interpréter ses mouvements, l'équilibrer), remplir des récipients à niveau, définir un encadrement par deux mesures et amène à pratiquer des conversions et à estimer. Les actions engagées requièrent de la précision et font appel au dénombrement et à l'utilisation d'un tableau à double entrée.

2 Apprentissages au niveau des principes méthodologiques de Lucas et al. (2018)

Le principe méthodologique retrouvé de manière unanime dans les ateliers est « Explorer le mesurage dans toute sa complexité ». Les principes 2, 3, 7 et 9 (voir plus haut dans ce texte, au §III, question c) sont cités deux fois chacun. Le 2 concerne la présence de beaucoup de matériel, ce qui semble justifié dans l'ensemble des ateliers. Le 3 par contre a fait l'objet d'un malentendu : en Belgique, par « approche qualitative », on entend « travail sur des grandeurs non mesurées », ce qui n'est pas le cas en France d'après les personnes présentes à l'atelier. Le principe 7 « Tester la pertinence des démarches pour les mobiliser à bon escient » fait référence aux essais, erreurs et ajustements que les participants eux-mêmes ont vécu lors de leurs expérimentations. Ils ont reconnu le 9 « Découvrir, par les grandeurs, l'ici et l'ailleurs, l'aujourd'hui et l'hier » dans le texte évoquant l'histoire du mètre, mais également dans l'utilisation d'une balance à plateau et d'étalons non conventionnels.

Seul le principe 6 n'est pas cité du tout, ce qui est normal puisqu'il concerne les formules d'aire et de volume, il est donc sans lien avec le sujet exploré. On est donc bien dans des situations qui sont en phase avec les principes méthodologiques de Lucas et al. (2018). La question de la pertinence de ces principes n'a pas été abordée.

3 Apprentissages au niveau des stratégies pour apprendre activées (Fiorella et Mayer, 2015)

Dans la plupart des tâches proposées, les participants relèvent qu'ils ont eu à imaginer, s'auto-évaluer, s'auto-expliquer, expliquer à autrui, agir physiquement. A deux reprises, ils ont dû dessiner. En revanche, les stratégies « résumer » et « cartographier » semblent sous-exploitées. Il serait intéressant de voir si des tâches associées à ces catégories pourraient être intégrées. Néanmoins, les deux stratégies absentes relèvent du travail de mise en lien et de structuration qui, dans tous les cas, doit impérativement être présent à la suite d'expérimentations. Dans le dispositif qui nous occupe, il a lieu dans le temps d'institutionnalisation postérieur aux ateliers. C'est l'occasion de rendre évidente, si besoin en était, l'importance de ce temps, mobilisant des stratégies cognitives non exploitées jusque-là.

Notons que toutes les stratégies pour apprendre ne sont pas à utiliser en même temps, leur choix pouvant dépendre de l'activité, du niveau de maîtrise des apprenants, du contexte, ...

4 Activités, apprentissages spécifiques à l'enseignant en formation

Danse et Faulx (2015) distinguent deux types de situation d'isomorphisme : réfléchi et réflexif. Dans un isomorphisme réfléchi, les situations sont adaptées au niveau du public, les futurs enseignants. Pourtant,

les participants à l'atelier de la COPIRELEM identifient comme spécifiques aux enseignants trois éléments qui concernent en réalité les enfants également :

- la prise de conscience que la mesure diffère en fonction du choix de l'étalon
- les unités non conventionnelles
- le fait d'être amené à organiser ses essais pour mesurer (compétence plus transversale).

Ce faisant, ils confirment, d'une certaine manière, la non-acquisition par une partie du public en formation initiale des apprentissages de base autour des grandeurs.

Dans un isomorphisme réflexif, un temps de prise de recul suit la tâche pour en dégager les ingrédients, en permettre une organisation structurée, une synthèse et amorcer la réflexion en vue d'un transfert. Le padlet collectif mentionne seulement le fait de se projeter dans une situation d'enseignement.

5 Identification de forces, faiblesses et pistes d'amélioration des quatre activités et du dispositif

Le tableau « padlet » et la discussion de synthèse ont amené une collection d'éléments que nous rassemblons ici. Ils permettront une évolution réelle des tâches proposées lors de la prochaine organisation de l'AFP « Grandeurs ». Évoquons tout d'abord les éléments spécifiques à chaque activité.

Dans l'atelier n°3 « Choisir l'étalon », les participants se sont trouvés en difficulté pour identifier la pile comme étalon qui avait été utilisé pour la mesure car ils ne prenaient pas en compte, dans leur report, le « petit bout » dépassant du pôle +. Ils ont souligné qu'on pourrait apporter des variations sur les objets étalons proposés (qui sont toutefois déjà en assez grand nombre), sur la longueur du personnage à mesurer. Ils ont aussi questionné la présence de ce personnage fictif qui pourrait peut-être se voir remplacé par un « vrai » objet, comme une table ; resterait de toute façon à justifier l'intérêt de la mesure de cette table avec des étalons non conventionnels, ce qui, en dehors de la mise au défi, est peu argumentable. Il a été suggéré d'avoir parmi les étalons à disposition un objet juste plus petit que la pile, d'avoir la possibilité de reporter l'étalon sur une feuille (création d'une règle graduée en piles) ou sur un bout de ficelle (longueur souple). Il a été fait mention de l'intérêt du travail avec des étalons « vrais » par rapport à une bandelette de référence qui, recoupée, est toujours une bandelette.

Les participants à l'atelier n°4 « Mesurer avec des étalons non conventionnels » ont débattu à plusieurs reprises de façon très pointue et ont par conséquent manqué de temps pour s'acquitter de l'entièreté de leur tâche « padlet ». Ils ont toutefois mentionné la nécessité de clarifier le terme « efficace » présent dans les consignes. Ils se sont demandé si le tableau, tel que proposé, n'induisait pas une façon de travailler et si celle-ci était la plus adéquate. Ils ont trouvé de l'intérêt à une stratégie expérimentée lors de leurs manipulations : utiliser un objet dont on a déterminé le poids dans un certain étalon comme « représentant » de cette collection d'étalons pour peser un autre objet (on part du premier objet et on complète ensuite en surcomptant).

Pour l'atelier n°5 « Système d'étalons », il serait intéressant de faire vérifier les conversions par la pratique, en transvasant, et de faire exprimer les équivalences aussi en termes du plus grand étalon pour exploiter les élastiques. On m'a demandé si le fait que les mesures « tombent juste » était une volonté de ma part ; en fait, c'est un hasard. Enfin, le texte de clarification sur le sens à donner à la mesure dans les 3 étalons gagnerait à être déplacé plus avant.

Les collègues ayant expérimenté l'atelier n°6 n'ont pas bien compris le terme « pas ». Mon expérience montre que c'est également le cas des étudiants en formation initiale. De où à où mesure-t-on un pas ? Le questionnement, le débat qui en émergent font partie de la richesse de la tâche. Le texte historique pourrait tout de même, selon les collègues, être abordé avec les enfants, peut-être dans un autre contexte. L'intérêt des dessins demandés pour représenter les unités non conventionnelles est remis en question.

Les participants ont proposé d'explorer ce qu'il y avait en amont du mesurage : comparer et ordonner des grandeurs. C'est effectivement l'objet des ateliers 1 et 2 non présentés à Lausanne.

Dans le temps d'analyse *a posteriori* des 9 ateliers, un travail intéressant à faire mener par les étudiants pourrait être l'identification des prérequis propres à chaque activité.

Enfin, un groupe s'est demandé si ce n'était pas un peu tôt, à 18 ans, pour un tel AFP : les étudiants ont-ils le recul nécessaire pour un dispositif d'une telle ampleur ?

V - APPORTS SUPPLÉMENTAIRES

Comme développé dans Mousset (2018), il est parfois utile de rappeler cette tautologie : l'apprentissage du mesurage ne peut se faire qu'en mesurant. En Belgique, tout le travail avec des étalons non conventionnels est souvent négligé, voire inexistant dans les classes de primaire. Les quatre ateliers présentés à Lausanne lui redonnent la part belle. C'est une occasion d'éclairer les étudiants sur son intérêt (voir à ce propos Mousset, 2019b) et de les outiller un peu pour qu'ils osent proposer des tâches de ce type aux enfants. Et comme défendu par Meirieu (2015), mon expérience m'a confirmé que « les enseignants ne font jamais avec leurs élèves ce qu'on leur a dit de faire, mais ce que l'on a fait avec eux ». Ce sont ces motivations qui m'ont amenée à concevoir ce dispositif de formation initiale qui fait la part belle aux propositions concrètes d'expérimentations pour la classe.

A Lausanne, les participants, professionnels de la formation de formateurs, se sont prêtés au jeu des tâches transférables aux enfants, des consignes spécifiques aux étudiants en formation et de l'analyse entre collègues des ESPE, IREM et autres. C'est sur un triple niveau qu'ils ont donc fonctionné.

Les tâches soumises aux étudiants ne sont transférables qu'en partie dans les classes car elles comportent des caractéristiques propres à un public d'adultes en formation. Outre les éléments relevés dans la partie IV.4, on peut encore souligner deux choses : d'une part, la présence de questions métacognitives sur les processus et les cheminements, qui relèvent d'un isomorphisme réflexif ; d'autre part, les caractéristiques du dispositif en lui-même, en isomorphisme réfléchi : une multitude de compétences travaillées en parallèle, des temps très courts, la densité de certains ateliers (comme par exemple le n°6) et le fait qu'il y ait peu de retours ultérieurs sur la validation des réponses à proprement parler, mais plutôt un travail d'institutionnalisation sur les tâches en elles-mêmes et leurs caractéristiques didactiques. Le fait que les collègues de la COPIRELEM n'aient pas fait mention de tout cela dans leur analyse attire mon attention sur la nécessité d'une clarification auprès des étudiants.

Des moments de travail avec les étudiants comme celui évoqué dans cet atelier sont des occasions rêvées pour un travail pluridisciplinaire, permettant l'intervention de plusieurs profils de formateurs. Les deux référentiels (méthodologique et cognitif) imposés pour l'analyse n'étaient là qu'à titre d'exemples. L'atelier de la COPIRELEM l'a illustré : en formation initiale, des tâches comme celles proposées ici autour des grandeurs peuvent être analysées par la suite sous des angles disciplinaires, didactiques, méthodologiques, pédagogiques, cognitifs, ... Soumettre le vécu des étudiants à l'analyse à travers une collection de filtres choisis lui donne une autre dimension. Cela permet d'amorcer la prise de conscience que poser un choix d'activité n'a rien de gratuit, à aucun niveau. Cela constitue une occasion d'opérer des liens entre théorie et pratique, dans l'optique de cheminer vers davantage de transfert. Cela stimule également la créativité au niveau du type de tâches proposées (stratégies pour comprendre), ouvrant la porte à des variantes, des adaptations.

VI - LIMITES ET PERSPECTIVES

L'atelier proposé à Lausanne, tout comme le dispositif auquel il s'intéressait, était ambitieux.

Je voulais, en deux heures, faire vivre quatre activités habituellement proposées dans le cadre d'un dispositif plus large autour de l'apprentissage de la mesure et des grandeurs, les faire analyser selon différents axes, puis faire prendre du recul axe par axe afin d'identifier des composantes du dispositif et des pistes d'amélioration. C'était peut-être un peu trop compte tenu du temps imparti ; des problèmes techniques qui ont surgi en début de séance m'ont aussi mis à mal dans la gestion de mon timing. Les participants sont toutefois pleinement rentrés dans les tâches qui leur étaient demandées ; immédiatement, certains étaient dans le débat et la prise de recul. A contrario, le temps de globalisation

transversalement aux ateliers (analyse par axe) n'a pas permis, autant que je l'aurais souhaité, de prendre de la hauteur sur l'entièreté du processus. C'est dire si la tâche est dense et complexe, et nécessite un temps d'appropriation, de digestion. La question soulevée par un groupe de la pertinence du dispositif en début de formation initiale est justifiée ; personnellement, je me la pose chaque année. Il est évident qu'une partie de la richesse du dispositif de formation est perdue à cause de sa précocité. L'autre élément générant des pertes par rapport au potentiel de formation est le temps d'exploitation de cet AFP, qui gagnerait à être amplifié. Point n'est besoin de mentionner l'importance de l'institutionnalisation dans l'apprentissage... Des collègues psychopédagogues pourraient également s'emparer des neuf ateliers comme objet concret d'analyse, renforçant le propos et le positionnant dans la réalité complexe du métier d'instituteur.

Dans le cadre de la réforme de la formation initiale des enseignants qui se profile en Belgique, les équipes sont actuellement amenées à repenser leur programme de formation. Le travail mené avant, pendant et après la COPIRELEM de Lausanne m'a armée d'idées concrètes pour améliorer encore les tâches proposées dans le dispositif qui était au centre de l'analyse ici menée et pour argumenter en faveur de son intégration dans les nouvelles grilles, sous une forme plus riche, pluridisciplinaire, que l'on pourrait proposer en deuxième année de bachelier. Histoire à suivre, donc...

VII - RÉFÉRENCES

- Danse, C., Faulx, D. (2015). *Comment favoriser l'apprentissage et la formation des adultes ?* Louvain-La-Neuve : De Boeck Supérieur.
- Dias, T. (2017). *Manipuler et expérimenter en mathématiques. Agir, réfléchir, faire des maths autrement.* Paris : Magnard.
- Fiorella, L., Mayer, R. E. (2015). *Learning as a generative activity: Eight learning strategies that promote understanding.* Cambridge : MIT Press.
- Guéritte-Hess, B., Causse-Mergui, I., Romier, M.-C. (2005) ; *Les maths à toutes les sauces. Pour aider les enfants à apprivoiser les systèmes numérique et métrique.* Paris : Le Pommier.
- Houdement, C., Kuzniak, A. (1996). Autour des stratégies utilisées pour former les maîtres du premier degré en mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 16(3). Grenoble : La pensée sauvage.
- Hypothèse asbl (2018). *126 grammes.* Repéré à <http://www.hypothese.be/upload/files/126GR-light.pdf>
- LAMAP (2006). *Des balances pour comparer, des balances pour mesurer.* Repéré à <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/11359/des-balances-pour-comparer-des-balances-pour-mesurer>
- Lucas, F., Colantonio, D., Jamaer, C., Larsimont, M. (2018). *Explorer les grandeurs, se donner des repères.* Mont-Saint-Guibert : Van In - De Boeck.
- Meirieu, P. (2015). Former les enseignants en établissement : un impératif. Repéré à <http://www.cafepedagogique.net/lexpresso/Pages/2015/04/03042015Article635636383758830418.aspx>
- Mousset, C. (2018). Grandeurs et mesures : des gestes construits pour des apprentissages opérationnels et porteurs de sens. Repéré à <https://www.academie-sciences.fr/fr/Seances-publiques/enseignement-mathematiques-ecole-primaire.html>
- Mousset, C. (2019a). Quand soixante étudiants manipulent pour appréhender l'univers des grandeurs et ses aspects didactiques. *Actes du 45^e colloque de la COPIRELEM. Blois, 2018*, 604-615. Blois : ARPEME.
- Mousset, C. (2019b). Fondements du mesurage. *Traces de changements*, 241.
- Paquay, L. (1994). Vers un référentiel des compétences professionnelles de l'enseignant. *Recherche et formation*, 15. Repéré à <http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/recherche-et-formation/RR016-02.pdf>
- Tricot, A. (2017). *L'innovation pédagogique.* France : Éditions Retz.

VIII - ANNEXE 1 : LES ATELIERS SOUMIS AUX PARTICIPANTS

Atelier 3 : Choisir l'étalon

Dans cet atelier se trouve un Monsieur Cordier de papier. Il est long, hein !

Nous avons voulu connaître sa taille, et nous avons découvert qu'il mesurait 37...

Ta mission est simple : retrouver 37 *QUOI* !!! En d'autres termes, qu'avons-nous utilisé pour mesurer la longueur de notre Monsieur Cordier de papier ?

.....

Explique comment ton équipe a procédé pour réfléchir à l'énigme.

Comment avez-vous fait vos choix ? **A partir de votre premier choix (premier étalon), qu'avez-vous pu déduire ? Comment avez-vous choisi l'étalon suivant ?**

.....

.....

.....

.....

Imagine comment on pourrait **transposer cet atelier au domaine des capacités.**

Quel matériel proposerais-tu ? Quelle serait la consigne ?

.....

.....

.....

Et pour le domaine des **poids/masses** ?

.....

.....

.....

Atelier 4 : Mesurer avec des étalons non conventionnels

Tu vas chercher à déterminer le poids de différents objets grâce à trois étalons : des piles, des morceaux de sucre et des billes. Une balance est à ta disposition. Note les résultats des différentes pesées en piles, morceaux de sucre et billes dans le tableau suivant.

Attention, il s'agit bien de peser chaque objet 3 fois, avec un seul étalon à la fois !

Les différents objets à peser \ Les étalons naturels	Billes	Morceaux de sucre	Piles

Dans quel ordre procèdes-tu pour compléter ce tableau ?

.....

.....

Peux-tu décrire une démarche qui serait plus efficace que celle que tu as suivie ?

.....

.....

.....

Pose quelques questions que tu pourrais poser aux enfants suite à cette activité.

.....

.....

.....

Atelier 5 : Systèmes d'étalons non conventionnels

Sur la table se trouvent plusieurs récipients.

Trois des récipients sont numérotés : n°1, n°2 et n°3. Ces récipients vont te servir d'étalons pour tes mesures des capacités des récipients A et B.

1. Construction d'instruments de mesure gradués

1.1 Remplis le récipient n°1, verses-en le contenu dans le n°2.

Place un élastique sur le récipient n°2 pour marquer le niveau atteint par l'eau.

Renouvelle cette manipulation deux fois ; à chaque fois, place un élastique pour marquer le nouveau niveau atteint par l'eau dans le récipient n°2.

Tu n'as plus besoin pour l'instant du récipient n°1.

1.2 Prends le récipient n°3 et verses-y le contenu actuel du n°2 (c'est-à-dire au niveau du troisième élastique).

Place un élastique sur le récipient n°3 à hauteur du niveau de l'eau. Verse encore deux fois la même quantité dans le récipient n°3 ; à chaque fois, place un élastique pour marquer le nouveau niveau atteint par l'eau dans le récipient n°3.

Tu viens de créer un système de référence pour mesurer la capacité d'autres récipients.

Dessine ici tes trois récipients mesureurs avec les élastiques.



2. Estimation et mesure grâce aux instruments construits

Il te reste les deux récipients A et B.

2.1. Dans un premier temps, **estime** la capacité de ces deux récipients en termes de tes récipients mesureurs.

Remarque importante : quand l'eau arrive au niveau du troisième élastique d'un récipient mesureur (que ce soit sur le récipient n°2 ou n°3), nous considérons que ce récipient mesureur est rempli.

2.2. Ensuite, **mesure** réellement ces capacités, **en utilisant le plus possible le récipient n°3, puis au besoin les n°2 et 1 pour affiner la mesure, pour préciser** ce qui n'a pas pu être mesuré avec le n°3 (il s'agit donc d'une SOMME de mesures avec 3 étalons)

Note tes réponses dans les tableaux ci-dessous.

Récipient A			
J'estime	.....	.....	.....
Je vérifie	.....	.....	.....

Je peux exprimer autrement le résultat obtenu (équivalence métrique) :

Récipient A		
Autre écriture	.....	.....

Ou encore (autre expression équivalente) :

Récipient A	
Autre écriture	.....

Récipient B			
J'estime	.....	.....	.....
Je vérifie	.....	.....	.....

Je peux exprimer autrement le résultat obtenu (équivalence métrique) :

Récipient B		
Autre écriture	.....	.....

Ou encore (autre expression équivalente) :

Récipient B	
Autre écriture	.....

Explique pourquoi tu peux exprimer ta mesure de plusieurs façons, opter pour l'une ou l'autre écriture.

.....

.....

.....

.....

Atelier 6 : Mesurer des longueurs : limite des étalons non conventionnels et découverte de l'unité conventionnelle de base

Première partie : limite des étalons non conventionnels

1. Avec ton équipe, trouve les définitions des unités de mesures suivantes : le pas, l'empan, le pouce. Pour chacune de ces unités, réalise un petit dessin explicatif.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Dessins :

2. Travaille seul dans un deuxième temps.

- Mesure le couloir principal avec ton pas : *le couloir mesure* *pas*.
- Mesure ton pas avec ton empan : *mon pas mesure* *empans*.
- Mesure ton empan avec ton pouce : *mon empan mesure* *pouces*.

3. Compare tes mesures à celles des autres membres de ton équipe. Que constates-tu ? Comment l'expliques-tu ? Quelles conclusions en tires-tu ?

.....

.....

.....



Deuxième partie : découverte de l'unité conventionnelle de base

Le mètre est l'unité conventionnelle de référence pour les mesures de longueur.

1. Mets-toi debout, et montre sur ton corps avec ta main ce que tu crois être une distance d'1 mètre entre le sol et ta main.

Demande à un membre de ton équipe de vérifier avec l'un des instruments de mesure qui sont à votre disposition.

Colle ensuite une petite étiquette sur tes vêtements à une hauteur de 1 mètre du sol.

Ton estimation était correcte – trop courte – trop longue (barre ce qui ne correspond pas).

2. A présent, montre un mètre entre tes deux mains, et demande à quelqu'un de ton équipe de vérifier.

Ton estimation était correcte – trop courte – trop longue (barre ce qui ne correspond pas).

Refais encore la même chose entre tes deux pieds.

3. Trouve autour de toi des exemples de choses qui mesurent moins d'1 mètre, exactement 1 mètre, et plus d'1 mètre. Inscris-les dans le tableau ci-dessous. Précise bien la dimension de l'objet que tu prends en compte.

Utilise les mètres qui sont à ta disposition pour vérifier tes affirmations.

Moins d'un mètre	Un mètre	Plus d'un mètre

4. Pour connaître un peu l'histoire du mètre, lis le texte suivant. Au fil de ta lecture, surligne au fluo des éléments qui te semblent importants, intéressants, surprenants.

« Maître mètre depuis deux cents ans : la création du mètre étalon »

« Un poids et une mesure ! » Parmi les mille doléances inscrites par des milliers de mains sur des milliers de pages à travers tout le royaume à l'occasion de la convocation des Etats généraux de 1788, revient sans cesse celle-ci : disposer enfin d'une commune mesure sur tout le territoire ! (...)

Et voici comment, il y a deux cents ans, est né celui que l'on a surnommé la « mesure des Lumières » : le mètre.

Où trouver la nouvelle mesure ?

Jusqu'à la Révolution, l'homme fut presque toujours la référence de la mesure... Hommée, oeuvrée, palme, toise, coudée, pouce, pied... Ce n'est pas de cette universalité-là que l'on pouvait se satisfaire. Il en fallait une invariable, éternelle et indiscutable. On chercha une unité qui dans sa détermination ne renferme rien d'arbitraire. Rien qui fasse référence à un peuple en particulier. N'appartenant exclusivement à aucune nation, elle pourra donc être adoptée par toutes. Seule la Nature offre semblables garanties. Pour mesurer toutes choses sur Terre, c'est un morceau de Terre qui est alors choisi : un méridien terrestre. Ligne imaginaire qui encercle le globe en passant par les pôles. Ce sera celui de Paris.

Après avoir consulté Condorcet, Laplace, Lagrange, Lavoisier, Borda, Monge... le 26 mars 1791, l'Assemblée constituante décrète que l'unité réelle de longueur du nouveau système de mesure sera « le quart de méridien terrestre ». On choisit cette partie, qui va du pôle à l'équateur, parce qu'elle est « interceptée » par l'angle de 90°, considéré comme angle unité, angle « naturel ». Vu les difficultés (voire l'impossibilité, en mer par exemple) de l'entreprise, c'est seulement un arc de ce quart de méridien qui a été mesuré : on a donc calculé la distance entre Dunkerque et Barcelone, villes toutes deux situées au niveau de la mer.

Quant à l'unité usuelle - qu'on appellera désormais « mètre » - elle doit être utilisable dans les actes de la vie quotidienne. C'est pourquoi l'Assemblée décrète que ce sera la « dix-millionième partie » du quart du méridien. Une longueur proche de celle des « cannes que les citoyens aiment à porter ».

Pourquoi le mètre est-il universel ? Tiré de la Nature, le mètre ne « présente rien qui soit particulier à la France, rien qui n'intéresse également toutes les nations, rien qui ne mérite d'être universellement adopté ». De quoi satisfaire aux principes d'universalité et d'éternité, chers à la Révolution française (...)

Le mètre, et après ? Surface, volume, capacité, masse... qui étaient jusqu'alors le plus souvent indépendantes les unes des autres, vont être réunies en un tout cohérent et « faire système ». (...) Elles vont toutes dépendre du mètre, « père » de toutes les mesures - mètre, mètre carré, mètre cube, kilogramme. Elles se déclinent toutes suivant une seule échelle, l'échelle décimale et leurs nominations feront également système, les noms étant bâtis à partir des relations qui lient les mesures entre elles.

On choisit pour cause d'universalité le latin et le grec pour les préfixes : les multiples seront grecs, kilo, hecto, myria. Les sous-multiples seront latins, déci, centi, milli.

Pour obtenir l'unité de masse, il faut peser un certain volume d'une certaine matière. Ce sera un décimètre cube d'eau. Eau, liquide naturel et universel que l'on peut « retrouver partout dans le même degré de pureté distillée à sa plus grande densité et pesée dans un cylindre de laiton » (1).

Mais ce n'est pas le tout d'avoir une mesure, encore faut-il, avec elle, effectuer d'élémentaires ou de savants calculs. C'est le système décimal qui a prévalu. Exit (ou presque !) les douzaines, les huitaines, les soixantaines... « L'art simplifié par le calcul décimal rendra toutes les opérations du commerce et de la comptabilité beaucoup plus faciles et plus sûres. Réduite à ce qu'il y a de plus simple, elle sera à la portée de tout le monde ; tous les enfants la sauront, et ce sera encore une cause de moins d'inégalité parmi les hommes », affirme Monge à la Convention, le 17 nivôse an II (adresse à la Commission des Poids et mesures).

(...)

Pourquoi est-ce une révolution ? Comme l'astronomie moderne avait jadis expulsé la Terre du centre du monde, le système métrique décimal chasse l'homme comme référence de la mesure. C'est la Terre qui a pris sa place : d'anthropocentrique, le mesurage est devenu géocentrique. »

GUEDJ Denis, le 23 mai 1995 à 04 : 50

http://www.liberation.fr/sciences/1995/05/23/maitre-metre-depuis-deux-cents-ans-la-creation-du-metre-etalon_132602, consulté le 15/10/2013.

IX - ANNEXE 2 – LA PRODUCTION COLLECTIVE

Atelier	Contenu « savoirs », « concepts »	Contenu « savoir-faire », gestes	Principes méthodologiques en œuvre	Stratégies pour comprendre activées	Contenu spécifique enseignant en formation	Pistes d'amélioration
3. Choisir l'étalon	Concept de longueur, unité de mesure non conventionnelle	Report de l'unité et dénombrement Estimation, rapport entre les objets, précision	3, 4	4, 5, (6 ou 7), 8	Prise de conscience de la mesure qui diffère en fonction du choix de l'étalon Organisation des essais, se projeter dans une situation d'enseignement	Choix des étalons, longueur du personnage, un objet juste plus petit que la pile, possibilité de reporter sur une feuille, un bout de ficelle (longueur souple)
4. Mesurer avec des étalons non conventionnels	Concept de masse, équilibre de la balance qui traduit l'égalité des masses, mesurage et mesure, notion d'intervalle	Savoir définir un encadrement de pesée, savoir interpréter l'équilibre de la balance, savoir lire le tableau, dénombrer	2, 4, 7, 9	4, 5, 6, 7, 8		
5. Système d'étalons	Mesure de capacité avec une unité non conventionnelle en base 3	Savoir-faire au niveau du mesurage : mettre à niveau, changer d'unité, additionner des unités Convenir des unités de mesure	2, 3, 4	3, 4, 6, 7, 8	Unités non conventionnelles car les enseignants connaissent les conversions	Faire vérifier par la pratique les conversions. Déplacer la consigne pour expliciter le tableau. Voir ce qu'il y a en amont : comparer et ordonner des grandeurs. Exprimer aussi en termes du plus grand pour exploiter les élastiques.
6. (Longueurs)	La grandeur longueur Unités non conventionnelles et unités conventionnelles	Mesurer avec unités non conventionnelles (corporelles), mesurer avec un mètre	1, 4, 5, 7, 8, 9	1, 3, 4, 7, 8	Le texte historique cible certainement les adultes.	Un peu tôt, à 18 ans, pour un tel atelier ? Ont-ils le recul nécessaire ?