

EXPÉRIMENTATION ERGONOMIQUE ET DIDACTIQUE D'UNE RESSOURCE

DOCUMENTAIRE : COURSE FRACTIONNÉE, PROPORTIONNALITÉ ET

VITESSE MOYENNE

| GEORGET* JEAN-PHILIPPE ET DELATTRE** BENJAMIN

Résumé | Les effets contrastés de ressources de formation sur les pratiques d'enseignants de fin de l'école primaire ont conduit à l'élaboration d'une expérimentation basée sur une séquence interdisciplinaire articulant mathématiques et éducation physique et sportive. Celle-ci aborde les notions de course fractionnée, de proportionnalité et de vitesse moyenne. L'approche méthodologique retenue s'appuie sur les didactiques disciplinaires et sur des concepts d'ergonomie.

Mots-clés : ergonomie des ressources de formation, éducation physique et sportive, course fractionnée, proportionnalité

Abstract | The contrasting effects of training resources on the teaching practices at the end of elementary school led to the development of an experiment based on an interdisciplinary sequence combining mathematics and physical education and sports education. The sequence addresses the concepts of interval run, proportionality and average speed. The methodological approach is based on didactics of both disciplines and some ergonomic concepts.

Keywords: Ergonomics of teaching training resources, physical and sports education, interval run, proportionality

I. CONTEXTE GÉNÉRAL DU PROJET DE RECHERCHE

Avant de présenter les éléments spécifiques de notre nouvelle expérimentation et des éléments didactiques relatifs aux deux disciplines mathématiques et éducation physique et sportive sur lesquelles elle s'appuie, revenons sur son origine.

Depuis 2016, à la suite de constats sur les effets contrastés de la formation sur les pratiques d'enseignement de professeurs des écoles stagiaires (PES) en mathématiques à l'Institut national supérieur du professorat et de l'éducation (Inspé) Normandie Caen (France), nous avons lancé une expérimentation centrée sur un ensemble de ressources documentaires.

Ces ressources forment un ensemble hétérogène composé d'éléments théoriques, de trames de séquences sur des sujets mathématiques, de scénarios de séances plus ou moins détaillés, de diaporamas et de références puisées dans les littératures scientifique, professionnelle et institutionnelle. Elles sont mises à disposition des PES dès le début de la formation à l'Inspé Normandie Caen sous forme d'un unique fichier archive au format ZIP en ligne (170 Mo).

Cet ensemble de ressources est volontairement hétérogène afin de permettre différentes appropriations pouvant aller, de manière optimale, jusqu'à l'appropriation des sources et références utilisées pour le construire. En effet, ces ressources visent à rester une source de formation sur le moyen et le long terme pour les PES une fois qu'ils sont sortis du dispositif de formation initial.

Des modalités de formation spécifiques permettent aux PES de les consulter et de se les approprier durant l'année. En particulier, les PES peuvent consulter les ressources qui les intéressent en priorité

* Université de Caen Normandie (Inspé), CIRNEF UR 7454 – France – jean-philippe.georget@unicaen.fr

** Université de Caen Normandie (Inspé), CIRNEF UR 7454 – France – benjamin.delattre@unicaen.fr

pour préparer leur enseignement en fonction de leurs conditions de stage (niveau d'enseignement, sujets mathématiques abordés, etc.). De plus, ces ressources sont aussi à disposition des personnels de l'Éducation nationale qui les tutorient au cours de l'année de stage. Ces derniers peuvent ainsi potentiellement faire du lien entre la formation à l'Inspé et le stage.

Depuis le début de l'expérimentation et selon les années, différents questionnaires ont été soumis aux PES et des observations en classe ont été réalisées (Georget et Dufy, 2020). Ils ont permis de faire évoluer la présentation des ressources et le dispositif de formation. Ils ont aussi permis de constater que le dispositif produisait des effets pertinents sur les pratiques, tels la mise en œuvre de situations de recherche et de preuve entre pairs, même si ces effets paraissaient parfois limités, comme pour la gestion de certaines mises en commun des productions des élèves. Des échanges avec les partenaires de l'Éducation nationale ont aussi montré que certaines ressources diffusent au-delà du cercle des professeurs stagiaires. C'était un effet de bord escompté pour diffuser les résultats de la recherche en didactique de mathématiques au-delà de l'enseignement dispensé au sein de l'Inspé.

Partant du constat que les ressources enseignantes jouent un rôle important sur les pratiques du fait des situations d'enseignement qu'elles proposent (Houdement, 1998 ; Coppé et Houdement, 2002), il est pertinent de s'intéresser à leur ergonomie (Tricot et al., 2003 ; Georget, 2009, 2010). Nous nous intéressons particulièrement aux aspects et aux questions principales suivantes qui résument ce que nous appelons *expérimentation ergonomique et didactique de ressources documentaires* :

- Utilité : les ressources permettent-elles aux enseignants, ici des PES, d'enseigner au mieux des résultats de la recherche scientifique ?
- Adaptabilité : les enseignants peuvent-ils les adapter à leur pratique et à leurs élèves ? Prennent-elles en compte l'expertise des enseignants, c'est-à-dire l'expérience qu'ils ont acquise au cours de leur parcours professionnel et de formation ?
- Accessibilité : les enseignants peuvent-ils consulter ces ressources facilement ? Sont-elles facilement compréhensibles ?
- Acceptabilité : les enseignants les utilisent-ils volontiers ?

Malgré les améliorations apportées au fil des ans, des problèmes d'ergonomie demeurent. Les PES évaluent les ressources comme pertinentes pour leur formation et leur pratique d'enseignement, mais ils peinent parfois à se repérer dans la somme de ressources disponibles malgré la présence d'un résumé des différents dossiers thématiques proposés et d'un guide d'appropriation. S'ajoutent à cela des obstacles techniques tels que l'absence d'un moteur de recherche et de liens hypertextes entre les documents, la complexité de la gestion et de l'accessibilisation des mises à jour, et les bugs de certains systèmes d'exploitation lorsque le fichier archive n'est pas complètement extrait.

Pour tenter de résoudre plusieurs de ces problèmes, une nouvelle structuration des ressources basée sur un site web est expérimentée durant l'année universitaire 2024-2025. C'est en particulier le cas d'une ressource interdisciplinaire associant mathématiques et éducation physique et sportive (EPS) traitant de proportionnalité et de vitesse moyenne dans un contexte de course fractionnée avec des élèves de cycle 3 (8-11 ans).

II. NÉCESSITÉ D'UNE RESSOURCE D'ENSEIGNEMENT ARTICULANT COURSE FRACTIONNÉE, PROPORTIONNALITÉ ET VITESSE MOYENNE

Il a été montré l'inaboutissement fréquent du projet d'appropriation du modèle proportionnel auprès des élèves jusqu'au collège (Hersant, 2005 ; Simard, 2012, 2022 ; Voisin, 2013). Par ailleurs,

notre projet de recherche s'inscrit dans une démarche d'éducation inclusive (Assude, 2019) qui vise à contribuer au développement des « mathématiques pour tous » dans des situations de recherche et de preuve entre pairs (Georget, 2009, 2021). Il s'agit ici de permettre à chaque élève, quel que soit son niveau de maîtrise de la proportionnalité, ici dans un contexte de calcul de vitesse, d'accéder à des techniques adaptées à ses capacités.

La conception des séquences s'appuie sur la théorie des situations didactiques (Brousseau, 1998). Les variables didactiques permettent à la fois de favoriser différentes stratégies de calcul et de favoriser l'implication d'une majorité d'élèves dans une visée d'éducation inclusive. Le même principe d'inclusion est retenu dans les séances d'EPS en prenant en compte l'évolution de la mobilisation en situation des élèves (Delattre, 2021 ; Bui-Xuân, 1999), ce qui permet à chaque élève d'évaluer ses performances et de construire des projets évolutifs personnalisés de course et d'entraînement.

Nos travaux antérieurs (Delattre et Georget, 2016) ont déjà combiné la didactique de l'EPS et celle des mathématiques pour concevoir un dispositif interdisciplinaire course continue-proportionnalité. Il a été diffusé et a fait l'objet de formations dans plusieurs circonscriptions proches de notre université.

L'intensification de la sédentarité des jeunes suppose de développer une éducation physique de qualité pour tous (Nancy, 2015). Une revue de littérature a mis en évidence la nécessité de travailler en course intermittente dès l'âge de 7-8ans (Gerbeaux et Berthoin, 1999) à partir de projets individualisés. Les effets de ce travail sur la santé commencent à être bien connus tels l'augmentation des capacités aérobies, le développement cardio-respiratoire et la perception plus positive des efforts corporels. Toutefois, il n'existe pas de travaux qui permettent à des enseignants non spécialistes de s'approprier les dispositifs pédagogiques permettant d'organiser ces pratiques. Or, cette stratégie de travail permet à chaque élève de s'engager au maximum de ses capacités avec des effets identifiables rapidement et donc porteurs de motivation. Les données produites par les élèves peuvent être exploitées dans d'autres champs disciplinaires, en particulier en mathématiques. L'activité physique est par ailleurs reconnue comme particulièrement bénéfique pour les performances des élèves en mathématiques (Singh et al., 2019).

Enfin, des échanges avec des spécialistes de la physiologie de l'exercice ont permis de conclure que le dispositif de course intermittente pourrait largement se développer tout en conservant une logique scolaire et interdisciplinaire. Cette logique suppose la construction par les élèves de projets d'entraînement individualisés en lien avec la construction et la manipulation de concepts liés à la proportionnalité et à la vitesse moyenne.

III. DISPOSITIF DE COURSE EN EPS ET ARTICULATION AVEC LES MATHÉMATIQUES

Les élèves sont disposés individuellement dans des couloirs parallèles. Des repères numérotés au sol (voir explication ci-après) permettent aux élèves observateurs de recueillir des données sur les performances des élèves coureurs au cours d'une série de course fractionnée. Par exemple 12 courses de 10 secondes alternant chacune avec 20 secondes de pause équivalent à un total de 2 minutes de course. Si une course ayant l'objectif d'atteindre le repère 8 a été réussie par un coureur, l'observateur note 8 sur la feuille de performance prévue à cet effet. Sinon, il note un signe indiquant que l'objectif n'a pas été atteint. Les feuilles de performance et les repères au sol permettent aux élèves d'évaluer l'évolution de leur performance au cours d'une série, d'une série à l'autre, et d'une séance d'EPS à l'autre.

Lors des premières courses, les élèves ont tendance à courir très vite, ce qui les épuise rapidement et ne permet pas de maintenir la même vitesse sur les dernières courses. Accompagné par l'enseignant,

les élèves apprennent ensuite à réguler leur course au cours d'une série en choisissant individuellement un repère raisonnable pour eux.

En début de séquence, les élèves ignorent le sens des repères numérotés. Une séance de mathématiques leur permet de comprendre que les numéros correspondent à la vitesse moyenne en km/h pour effectuer le trajet dans le temps donné. Pour cela, ils calculent successivement la distance parcourue à vitesse constante en 20 secondes, 30 secondes, 1 minute, 2 minutes (c'est à dire la durée totale de course) puis en 1 heure. Ils effectuent leurs calculs avec des stratégies de leur choix. De part leurs connaissances à ce niveau d'enseignement, leurs stratégies sont basées sur la linéarité additive ou multiplicative et le retour à l'unité. Les premiers calculs sont effectués avec le repère 27. Ce nombre a été choisi parce que les calculs mettent en jeu des nombres entiers et que la vitesse correspondante (27 km/h) est inatteignable pour des élèves de cet âge. Dans un second temps, après une mise en commun des procédures utilisées, les élèves sont motivés pour calculer individuellement la vitesse moyenne qui correspond à leur propre performance en réinvestissant les techniques vues précédemment.

L'unité quotient km/h est introduite comme correspondant à une distance mesurée en kilomètre parcourue à vitesse constante en une heure. Le lien est fait avec la séance d'EPS où les élèves ont appris qu'une course à vitesse régulière était le meilleur moyen, à la manière des athlètes de haut niveau, d'améliorer leurs performances.

L'interdisciplinarité provisoire des séquences d'EPS et de mathématiques renforcent ainsi les concepts disciplinaires en même temps que la conscience disciplinaire (Reuter, 2007) de chaque discipline. Les séquences peuvent ensuite se dérouler relativement indépendamment l'une de l'autre.

L'association interdisciplinaire de la course et de la proportionnalité n'est pas une nouveauté. Elle a déjà été abordée, par exemple par Artigue et Robinet (1981). Ici, le traitement en diffère par plusieurs points parmi les suivants :

- Le type de course est radicalement différent, course de vitesse dans le cas d'Artigue et Robinet, course fractionnée dans notre cas.
- Au lieu d'une comparaison entre élèves qui aurait peu de sens dans une approche inclusive, la logique de l'association des disciplines mathématiques et EPS se base d'emblée sur la progression individuelle de chaque élève.
- La modélisation de la course sous la forme d'une course à vitesse constante et d'une mesure en km/h est assumée explicitement. Pour calculer, on imagine que l'on court toujours à la même vitesse alors que les élèves savent, pour l'avoir largement éprouvé, qu'il y a des phases d'accélération et de décélération à chacune de leur course.
- Les premiers calculs de proportionnalité sont imposés aux élèves afin de favoriser l'apparition de différentes techniques de résolution d'un problème de proportionnalité. Ce n'est que dans un second temps que les élèves effectuent des calculs à partir de leurs propres données de course en employant les techniques de calcul qui leur paraissent les plus accessibles.
- L'articulation entre la séquence d'EPS et celle de mathématique est davantage exploitée. Le lien entre les repères au sol et les vitesses moyennes en km/h est explicité en cours de séquence et permet une meilleure appréhension à la fois des projets de course personnalisés et de la notion de vitesse moyenne.
- Bien que cela reste envisageable, nous n'avons pas exploité de représentation graphique de la vitesse moyenne.

IV. EXPÉRIMENTATION D'UNE PREMIÈRE RESSOURCE

Afin de diffuser la séquence interdisciplinaire ainsi conçue, nous avons élaboré un premier document qui a été proposé à une professeure des écoles pour sa classe de CM2 (9-10 ans) en Réseau d'éducation prioritaire. Le dispositif a été testé dans sa classe de mars à mai 2024 (6 séances d'EPS et 2 séances de mathématiques). Il a permis de montrer que l'engagement des élèves était important dans les deux disciplines avec des progrès conséquents et progressifs en prenant en compte leurs besoins situés (élèves avec accompagnement personnalisé, élèves avec des degrés variables de sédentarité et de compréhension de la proportionnalité).

Une formation destinée à des enseignants de la fin du primaire et début du secondaire a également été mise en œuvre avec cette première ressource pour la tester in situ, ce qui a permis des premiers retours sur son accessibilité et son utilité pédagogique.

La poursuite de l'élaboration de cette ressource pédagogique à visée inclusive et interdisciplinaire suppose, d'une part de rendre cette ressource la plus accessible possible via un site web dédié *responsive*¹, et d'autre part d'améliorer cette ressource en faisant collaborer enseignants et chercheurs.

Le principe de l'élaboration d'un « prototype » destiné à être testé à plus grande échelle s'inspire de l'approche « continuée dans l'usage » (Cèbe et Goigoux, 2018) qui vise à ce qu'une majorité de professionnels puisse s'approprier une ressource didactiquement robuste en gérant le compromis entre ce qui est « souhaitable » sur le plan des apprentissages et des stratégies d'enseignement visées et le « raisonnable » sur le plan de l'utilisation pratique de la ressource pour les enseignants.

À cette fin, une nouvelle expérimentation est programmée en 2024-2025 dans le cadre du Programme d'investissement avenir 100 % Inclusion, un défi, un territoire² (PIA3 100 % IDT). Elle doit permettre de recueillir des données plus systématiques sur l'ergonomie de la ressource et les mises en œuvre effectuées par les enseignants :

- Utilité : la ressource doit permettre de mettre en œuvre un enseignement interdisciplinaire, de mettre en projet les élèves et de produire des effets d'apprentissage rapides et durables pour tous les élèves.
- Utilisabilité : elle doit permettre de s'adapter à chaque élève et s'intégrer aux progressions pédagogiques des enseignants, tant sur le plan matériel que celui de l'organisation des groupes et des contenus d'enseignement-apprentissage.
- Accessibilité : la ressource est *responsive* et conçue avec l'aide d'informaticiens sensibilisés à l'interopérabilité (Thivierge, 2012, p. 2) et à l'approche *low-tech* (ADEME, 2022), d'un typographe et d'une spécialiste de l'accessibilité. Un moteur de recherche permettant d'accéder directement à des sous-parties des documents est intégré.
- Acceptabilité : la ressource doit viser à ce que les enseignants aient envie de l'utiliser, puissent y accéder facilement et contribuer à son évolution s'ils le souhaitent, et puissent le partager et collaborer avec d'autres collègues.

L'approche méthodologique combine d'une part évaluation par inspection (Tricot et al., 2003) par le biais d'entretiens semi-directifs enregistrés en audio et lors d'échanges informels avec des enseignants, et d'autre part évaluation empirique par observation et enregistrement vidéo de pratiques en classe.

¹ Site web *responsive* ou réactif : site web consultable depuis différents appareils avec un confort similaire.

² Programme d'investissement de l'État français sur 10 ans.

Les enregistrements audio d'entretiens semi-directifs individuels ou en groupes avec les élèves, les fiches de performance, les traces écrites et des carnets de bord des élèves seront analysés pour objectiver les effets du dispositif dans les sphères scolaire et sociale des élèves.

V. CONCLUSION

Cette contribution présente une nouvelle expérimentation de ressources enseignantes, elle-même incluse dans une expérimentation sur plusieurs années d'un ensemble de ressources destinées à des enseignants de l'école primaire.

Cette expérimentation articule mathématiques et éducation physique et sportive (EPS) et aborde les notions de course fractionnée, de proportionnalité et de vitesse moyenne.

Sur les plans théorique et méthodologique, elle s'appuie sur les didactiques des mathématiques et de l'EPS ainsi que sur des concepts d'ergonomie.

Au moment de la soumission de la présente contribution, la ressource enseignante qui sera support de l'expérimentation prévue en avril-mai 2025 est en cours d'élaboration.

Note : Cette contribution est financée par les actions 2 et 3 du PIA3 100 % IDT (Programme d'investissement avenir 100 % Inclusion, un défi, un territoire). Ce PIA vise à développer des dispositifs collaboratifs de recherche et de formation autour de l'éducation inclusive. Sur 10 ans (2020-2030), il regroupe 4 INSPÉ et à 3 académies.

RÉFÉRENCES

- ADEME. (2022). *Démarches low-tech. État des lieux et perspectives* [Rapport].
<https://bibliothèque.ademe.fr/consommer-autrement/5421-demarches-low-tech.html#product-features>
- Artigue, M. et Robinet, J. (1981). Courses chronométrées. *Grand N*, (24), 47-69.
- Assude, T. (2019). Dynamique inclusive, don et reconnaissance. *La nouvelle revue - Éducation et société inclusives*, 86(2), 13-26.
- Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Pensée sauvage.
- Bui-Xuân, G. (1999). *Pédagogie conative, le corps mobilisé* [HDR inédit]. Université Montpellier.
- Cèbe, S. et Goigoux, R. (2018). Lutter contre les inégalités : Outiller pour former les enseignants. *Recherche et formation*, 87(1), 77-96.
- Coppé, S. et Houdement, C. (2002). Réflexions sur les activités concernant la résolution de problèmes à l'école primaire. *Grand N*, (69), 53-62.
- Delattre, B. (2021). Apprendre par adoption à l'école. Éléments introductifs et illustrations dans la discipline Éducation Physique et Sportive. *Penser l'Éducation*, (49), 9-40.
<https://journals.openedition.org/pensereduc/410>
- Delattre, B. et Georget, J.-P. (2016). *Problématisation interdisciplinaire d'une activité « course de durée » du point de vue des didactiques de l'EPS et des mathématiques*. <https://www.canal-u.tv/chaines/cemu/semaine-des-mathematiques-2016/02-problematization-interdisciplinaire-d-une-activite>
- Georget, J.-P. (2009). *Activités de recherche et de preuve entre pairs à l'école élémentaire : perspectives ouvertes par les communautés de pratique d'enseignants* [Thèse de doctorat, Université Paris Diderot].
<https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-00426603/>

- Georget, J.-P. (2010). Activités de recherche et de preuve entre pairs à l'école élémentaire : perspectives ouvertes par les communautés de pratique d'enseignants. Dans M. Abboud-Blanchard et A. Flückiger (dir.), *Actes du séminaire de didactique des mathématiques de l'ARDM, année 2010* (p. 45-65). ARDM et IREM de Paris 7.
- Georget, J.-P. (2021). Potentiels des situations de recherche et de preuve entre pairs en classe de mathématiques et dévolutions. Dans P. Buznic-Bourgeacq (dir.), *Sujets et objets de la dévolution, une institution de l'autonomie* (p. 35-47). ISTE.
- Georget, J.-P. et Dufy, C. (2020). Des documents et des modalités de formation pour favoriser la mise en œuvre de situations de recherche et de preuve entre pairs dans des classes de l'école primaire. *Revue de mathématiques pour l'école*, 233, 50-59. <https://doi.org/10.26034/vd.rm.2020.1736>
- Gerbeaux, M. et Berthoin, S. (1999). *Aptitude et pratiques aérobies chez l'enfant et l'adolescent*. PUF.
- Hersant, M. (2005). La proportionnalité dans l'enseignement obligatoire en France, d'hier à aujourd'hui. *Repère-IREM*, (59), 5-41.
- Houdement, C. (1998). Le choix des problèmes pour la « résolution de problèmes ». *Grand N*, (63), 59-76.
- Nancy, M. (2015). *L'Éducation physique de qualité. Directives à l'intention des décideurs* [Rapport]. UNESCO.
- Reuter, Y. (2007). La conscience disciplinaire : présentation d'un concept. *Éducation et didactique*, (1-2), 55-71. <https://doi.org/10.4000/educationdidactique.175>
- Simard, A. (2012). Proportionnalité en CM2 et sixième. *Petit x*, (90), 35-52.
- Simard, A. (2022). Les divisions au prisme de la proportionnalité. *Petit x*, (116), 107-114.
- Singh, A., Saliasi, E., van den Berg, V., Uijtendwilligen, L., de Groot, R. H. M., Jolles, J., Andersen, L. B., Bailey, R., Chang, Y. K., Diamond, A., Ericsson, I., Etnier, J. L., Fedewa, A. L., Hillman, C. H., McMorris, T., Pesce, C., Pühse, U., Tomporowski, P. D. et Chinapaw, M. J. M. (2019). Effects of physical activity interventions on cognitive and academic performance in children and adolescents: A novel combination of a systematic review and recommendations from an expert panel. *British Journal of Sports Medicine*, 53(10), 640-647. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098136>
- Thivierge, R. (2012). *Le profil d'application Normetic* (version 1.1). GTN-Québec.
- Tricot, A., F. Plécat-Soutjis, Camps, J.-F., Amiel, A., Lutz, G. et Morcillo, A. (2003, avril). *Utilité, utilisabilité, acceptabilité : interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des ELAH* [Communication]. Congrès « Environnements informatiques pour l'apprentissage humain », Strasbourg, France. <https://hal.science/edutice-00000154v1>
- Voisin, S. (2013). *L'enseignement de la proportionnalité en SEGPA. Contraintes, spécificités, situations* [Thèse de doctorat, Université Victor Segalen - Bordeaux II].