

LA COMPARAISON DE SITUATIONS EMBLEMATIQUES A L'ECOLE A TRAVERS LA DIALECTIQUE DE CONTRAT-MILIEU, UNE RESSOURCE POUR L'INTER-DISCIPLINARITE. EXEMPLE SUR LA PROPORTIONNALITE EN MATHEMATIQUES ET EN EPS.

Maël LE PAVEN

Maître de Conférences, Université de Franche-Comté
ELLIADD (Edition, Littératures, Langages, Informatique, Arts, Didactiques, Discours) – EA 4661
mael.le_paven@univ-fcomte.fr

Mathilde MUSARD

Maître de Conférences, Université de Franche-Comté
ELLIADD (Edition, Littératures, Langages, Informatique, Arts, Didactiques, Discours) – EA 4661
mathilde.musard@univ-fcomte.fr

Résumé

S'interroger sur le processus d'équilibration contrat/milieu (Sensevy, 2011) revient à se questionner sur la façon dont les résistances que le second oppose au premier conduisent l'élève à (ré)élaborer un système stratégique déjà-là. Le milieu doit alors être suffisamment prégnant pour confronter les élèves au problème et rétroactif pour fournir des éléments nécessaires à la construction des stratégies efficaces. Insi, le milieu de la situation du tangram (Brousseau, 1998) fournit aux élèves des éléments concrets d'identification des échecs occasionnés par les (fréquentes) stratégies « additives » grâce aux rétroactions (phase de contrôle). Par comparaison de ces stratégies et de celles mises en œuvre par les élèves dans le cadre d'une situation en EPS (« mini-haies »), proposée par Piasenta (1988) et visant à acquérir une foulée de course efficace, cette étude vise à établir la façon dont la proportionnalité peut être travaillée par le professeur en mathématiques et en EPS en la référant aux expériences vécues par les élèves dans les deux disciplines.

En s'appuyant sur l'analyse de ces situations connues de nombre de spécialistes de chacune des deux disciplines, sur les productions des élèves et sur les régulations du professeur, la recherche menée montre comment l'étude comparative de la dialectique contrat/milieu permet d'appréhender la proximité de jeux de savoirs et épistémiques (Sensevy, op. cit.) à un niveau de généralité heuristique sur le plan interdisciplinaire.

Il s'agit alors d'engager des perspectives de réflexion sur des situations emblématiques d'acquisitions à rapprocher afin d'ouvrir des pistes de travail sur l'interdisciplinarité, tant sur le plan scientifique (enjeu pour les approches comparatistes en didactique notamment) que sur le plan professionnel (travail de l'interdisciplinarité en classe avec les élèves sollicitant des notions transversales). Cette étude nous semble ainsi pouvoir se projeter dans la constitution de plusieurs types de ressources : « catalogue » de situations emblématiques pour les recherches comparatistes, répertoire de ponts possibles entre situations pour le travail des enseignants et utilisable pour leur formation.

I - ANCRAGE DE L'ETUDE

Dans le prolongement des pistes lancées par Mercier, Schubauer-Leoni et Sensevy (2002) pour développer les approches comparatistes en didactique, la théorie de l'action conjointe en didactique (TACD – Sensevy, 2011) ancre les rapports entre les dimensions génériques de l'acte d'enseignement / apprentissage et leur spécification selon la nature des savoirs transmis, sur une modélisation de la relation didactique sous forme de jeux. Autour des savoirs alors en jeu dans / enjeu de cette relation

didactique, se nouent un ensemble d'attentes réciproques et de comportements relatifs à ces attentes. La TACD s'ancre ainsi sur la *théorie des situations didactiques* et la définition du *contrat didactique* que propose Brousseau (1980), caractérisant ce contrat comme l'« ensemble des comportements de l'enseignant qui sont attendus de l'élève, et l'ensemble des comportements de l'élève qui sont attendus de l'enseignant. [...] Ce contrat est l'ensemble des règles qui déterminent explicitement pour une petite part, mais surtout implicitement, ce que chaque partenaire de la relation didactique va avoir à gérer et dont il sera, d'une manière ou d'une autre, comptable devant l'autre. » (p.127).

La TACD envisage ces comportements comme le résultat de l'investissement de stratégies qui constituent, selon la théorie des jeux, un « ensemble de décisions prises en fonction d'hypothèses de comportement des personnes intéressées dans une conjoncture déterminée » (dictionnaire Larousse, 2015). *Déployer une stratégie* dans l'action conjointe nécessite donc, selon le système d'attentes constitutives du contrat didactique, *d'anticiper sur les actions de l'autre*. Cette anticipation, chez le professeur, relève de l'agencement/du réagencement d'un milieu, vu à la fois comme un *système antagoniste à l'élève* (Brousseau, 1998) et comme son *allié* dans la situation didactique (Chevallard, 1991), en ce qu'il lui permet rétroactivement de (re)construire ses stratégies d'action. L'ingéniosité du professeur réside en ce sens dans sa capacité à mettre en place un milieu authentique (assez prégnant pour confronter l'élève au problème posé par la situation, porteur de sens pour l'élève *et* par rapport aux visées didactiques) et suffisamment rétroactif pour guider l'élève vers les apprentissages visés, satisfaisant ainsi d'après Brousseau (ibid.) la clause *proprio motu* comme facteur favorisant l'engagement de l'élève en situation dans le sens de ces apprentissages. En effet, l'auteur (ibid.) précise que le professeur ne peut dévoiler d'emblée les savoirs visés sous peine de priver l'élève des conditions de leur appropriation active (*paradoxe* du contrat didactique). Il incombe alors au professeur de faire en sorte que l'élève assume la responsabilité d'affronter le problème posé, en interagissant avec le milieu de la situation *adidactique* choisie (Perrin-Glorian & Hersant, 2003), *adidactique* au sens d'une situation où disparaît aux yeux de l'apprenant l'intention explicite d'enseigner (Brousseau, ibid.). Le professeur doit alors s'adapter en permanence aux comportements observés (signes pertinents à identifier) afin de prendre les meilleures décisions possibles pour (*ré*)*agencer le milieu de la situation* (ibid.), suite à la formulation d'hypothèses relatives à ces comportements. En outre, l'élève doit s'adapter en permanence à ce qui lui est donné pour agir efficacement.

Comprendre le déploiement des stratégies réciproques dans l'action conjointe en termes de *coups* successifs (Sensevy, op. cit.) mus par une analyse et une intention implique donc de s'intéresser aux décisions prises – *de (ne pas) dire/faire quelque chose* – (*dialectique réticence/expression* – Sensevy, ibid.) au regard des règles et de la grammaire du jeu (ibid.), qui lui donnent sens et qui déterminent ce que l'auteur nomme le *jeu épistémique*. Cette notion de jeu épistémique se réfère au sens relatif aux configurations des états du jeu, qui déterminent les stratégies qu'il est alors possible d'y déployer. Ce déploiement agit comme déterminant des différents coups qui constituent le *jeu d'apprentissage* (ibid.) selon la logique transactionnelle engagée dans un jeu coopératif : *le professeur gagne seulement si l'élève gagne* (ibid.). Cette logique du jeu peut ainsi être comprise selon celle du *quoi* (ce qui se joue : savoirs en jeu) et du *comment* (stratégies déployées au regard de ce que fait l'autre).

Penser le(s) problème(s) posé(s) selon l'/les objectif(s) de la situation en fonction des différents cheminements possibles des élèves (perspective épistémique – jeux de savoir, analyses *a priori*) et selon un jeu d'apprentissage mû par les déterminants et organisateurs des activités réciproques (perspective pragmatique, basée sur des analyses *in vivo*) implique de penser *l'équilibration contrat/milieu* (ibid.) comme une condition d'un engagement continu et efficace des élèves en situation : *contrat didactique* (cf. supra) et *contrat-soi* (façon dont l'élève organise son action dans une logique assimilatrice – ibid.), *milieu de la situation didactique* (Brousseau, 1998) et *milieu-soi* comme lieu de tentatives d'accommodation des capacités déjà-là, sources de résistances (Sensevy, op. cit.).

Cette façon de penser les *états* et *dynamiques* du jeu (*à quoi / sur quoi* jouent professeurs et élèves ?) guide la perspective comparatiste que nous développons dans cette étude. Il s'agit ici d'adopter une posture épistémologique typique de la « pensée par cas » (Passeron et Revel, 2005) qui caractérise les Sciences Humaines et Sociales afin d'identifier des situations emblématiques : i. d'acquisitions visées dans deux

disciplines différentes (mathématiques et Education Physique et Sportive - EPS) ; ii. de possibilités de rapprochement de problèmes posés / de mises en situation / de vécus réciproques autour de ces problèmes dans chacune des deux disciplines. En s'appuyant sur l'analyse de situations connues de nombre de spécialistes de chacune des deux disciplines (situation du tangram en mathématiques, situation des mini-haies en athlétisme), sur les productions des élèves et sur les régulations du professeur, la recherche menée montre comment le cadre de la TACD et notamment l'étude comparative de la dialectique contrat/milieu, permet d'appréhender la proximité de jeux de savoirs et de jeux épistémiques (Sensevy, *ibid.*) à un niveau de généralité heuristique sur le plan interdisciplinaire : celui d'une notion-clef cristallisant des savoir-faire essentiels à la réussite dans les deux situations proposées et, plus largement, dans les deux disciplines d'enseignement étudiées, à savoir la notion de *proportionnalité*.

Il s'agit alors de projeter cette étude sur des perspectives de réflexion relatives à des situations emblématiques d'acquisitions à rapprocher afin d'ouvrir des pistes de travail sur l'interdisciplinarité, tant sur le plan scientifique (enjeu pour les approches comparatistes en didactique notamment) que sur le plan professionnel (travail de l'interdisciplinarité en classe avec les élèves sollicitant des notions transversales). Cette étude vise ainsi à se projeter dans la constitution de plusieurs types de ressources : « catalogue » de situations emblématiques pour les recherches comparatistes, répertoire de ponts possibles entre situations pour le travail des enseignants et utilisable pour leur formation, ...

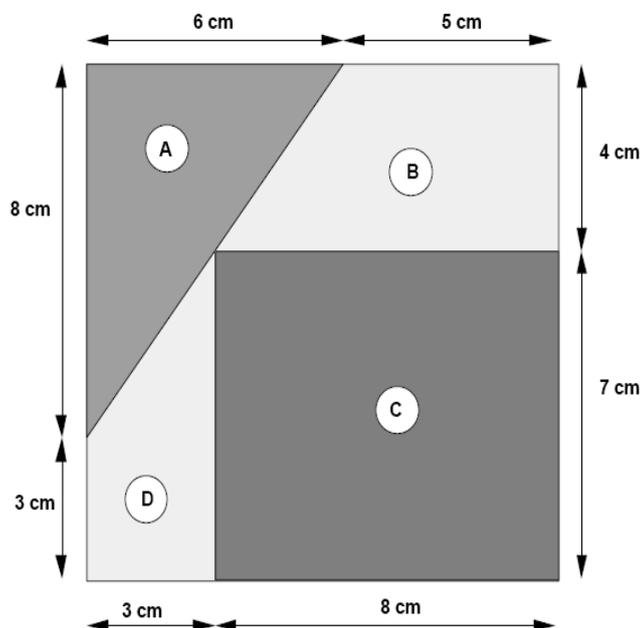
II - ILLUSTRATIONS

1 La situation du tangram en mathématiques

1.1 Description

Cette situation a été introduite par Brousseau dans sa théorie des situations didactiques (1998).

Des groupes d'élèves reçoivent la figure suivante :



Les consignes sont les suivantes :

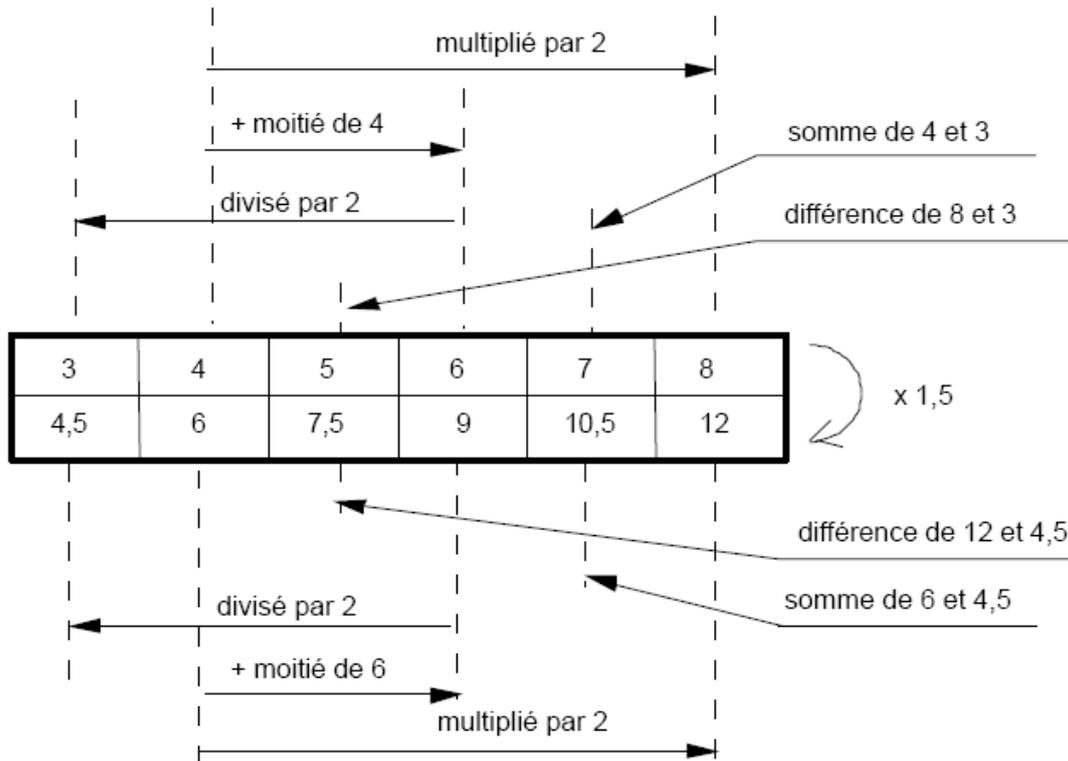
- découper aussi soigneusement que possible le puzzle en quatre morceaux ;
- chaque élève prend possession d'une pièce ;

- mesurer les dimensions de la pièce possédée ;
- agrandir sa pièce ;
- à la fin, on doit pouvoir reconstituer le puzzle avec toutes les pièces agrandies ;
- le côté du puzzle qui mesure 4 cm doit mesurer 6 cm après agrandissement.

La situation se déroule en deux phases :

- phase 1 :
 - o chaque élève cherche seul et réalise sa pièce agrandie ;
 - o le groupe tente de reconstituer le puzzle à l'aide des pièces agrandies ;
- phase 2 :
 - o le groupe discute des méthodes de construction utilisées ;
 - o dans les groupes en difficulté, le professeur suggère d'écrire les dimensions sous forme d'un tableau de correspondance ;
 - o chaque groupe consigne sur une feuille la méthode utilisée et va inscrire sa méthode au tableau.
- phase 3 :
 - o les méthodes affichées au tableau sont critiquées par l'ensemble des élèves ;
 - o validation ou rejet des différentes techniques ;
- phase 4 - synthèse par le professeur : « agrandir une figure c'est multiplier les dimensions de cette figure par un nombre constant supérieur à 1 ».

Les techniques mobilisées par les élèves sont répertoriées au sein du schéma suivant :



La plupart des élèves opèrent par additions de valeurs ; ils tendent à ajouter spontanément un même nombre aux dimensions d'une figure géométrique pour l'agrandir. Au sein des groupes, les pièces ne s'emboîtent donc pas. Le professeur incite les élèves à proposer d'autres manières de faire au sein des groupes.

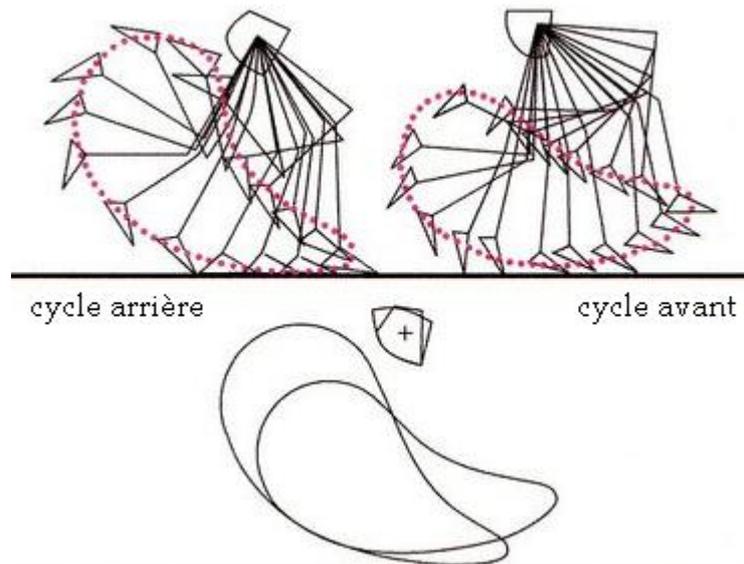
1.2 Interprétation

La fréquence d'apparition des opérations additives et soustractives révèlent la prégnance du schème additif chez les élèves, confrontés à la nécessité d'agrandir les pièces du puzzle. En ce sens et du fait de l'inefficacité des stratégies mues par un contrat dominé par l'addition, le milieu généré par la situation mise en place par le professeur se présente comme antagoniste à la plupart des élèves. La stratégie du professeur consiste à : i. satisfaire la clause *proprio motu* : les élèves sont confrontés aux effets rétroactifs du milieu suite à l'investissement de leurs stratégies d'action, qu'ils sont invités à (re)formuler ; ii. s'appuyer sur les stratégies gagnantes de certains élèves pour aborder la proportionnalité en institutionnalisant une solution qui fait passer les élèves d'un problème de géométrie à un cadre numérique (coefficient d'agrandissement).

2 La situation des mini-haies en athlétisme

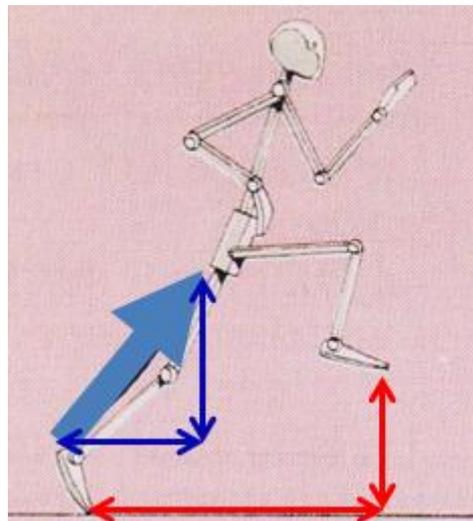
2.1 Description

Cette situation a été proposée par Piasenta (1988, 2011), afin de permettre aux élèves d'adopter un « cycle avant » de course, alors qu'ils sont spontanément enclins à courir en « cycle arrière » :



Le cycle avant, typique de la foulée de sprint, permet d'atteindre des vitesses de course plus importantes que le cycle arrière.

La situation proposée, qualifiée par l'auteur (ibid.) de « situation-entonnoir », est censée permettre ce passage du cycle arrière au cycle avant par réorientation des impulsions d'appuis, s'agissant pour l'élève de trouver le rapport optimal entre la hauteur et la longueur de sa foulée (doubles flèches rouges) et donc entre les composantes verticale et horizontale (doubles flèches bleues) des forces d'impulsion (grande flèche bleue), pour une meilleure efficacité de course :



Cette situation se présente sous la forme de parcours de mini-haies placées, sur chaque parcours, à hauteurs et intervalles constants. La longueur de l'intervalle correspond à la hauteur des haies multipliée par 1,75. Les différents parcours sont installés en prenant comme valeur de référence 90% de la hauteur du creux poplité des élèves (genou), soit environ 30 cm +/- 5cm en fin de cycle 3.

Chaque élève part à tour de rôle sur chacun des parcours, de manière à trouver celui qui lui convient le mieux (ce qui reste largement déterminé par la hauteur de son creux poplité). Un seul appui entre chaque haie est autorisé :



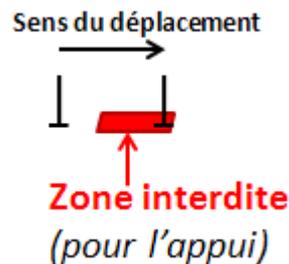
Les élèves sont ensuite invités à établir les rapports de proportionnalité entre les hauteurs des haies et les longueurs d'intervalles *et* entre la hauteur de leur genou et celle des haies, tout en réfléchissant sur la façon de courir en (ré)orientant efficacement leurs impulsions de course.

Face à des obstacles physiques (mini-haies), les élèves tendent spontanément à produire une impulsion majoritairement orientée vers le haut, (trop) proche de l'obstacle, « sautant » chaque haie à des hauteurs largement supérieures aux hauteurs nécessaires, ce qui tend à entraîner un écrasement sur chaque appui et nécessite ensuite une poussée importante, elle-même à nouveau « verticalisée » au-delà du nécessaire (cf. double flèche rouge ci-dessous), etc., d'où des trajectoires dites « en cloche » (flèches bleues ci-dessous) qui ne permettent pas de gagner en vitesse :



Parmi les régulations du professeur, figurent les suivantes :

- « pré-orienter » les impulsions vers l'avant en faisant prendre aux élèves un élan préalable, ce qui les amène à aborder les obstacles avec une vitesse horizontale préalable idéale ;
- augmenter progressivement la hauteur des mini-haies (d'une haie à l'autre, sur chaque parcours) ;
- placer un élastique long en hauteur, perpendiculaire aux haies le long de chaque parcours et à hauteur de la tête de chaque élève à la fin de son impulsion, afin de « dé-verticaliser » les impulsions ;
- installer des « rivières pré-haies » (zones où il est interdit de poser le pied) incitant à horizontaliser le déplacement des élèves (cf. schéma ci-dessous) ;



- faire verbaliser les élèves, individuellement et/ou par groupes : i. sur la façon de courir efficacement sur les parcours et ii. sur le choix des parcours.

2.2 Interprétation

Les élèves adoptent fréquemment une stratégie qui consiste à produire des impulsions plus verticales que celles qu'ils réalisent en courant sur surface plane, face à des obstacles verticaux (composante du contrat-soi). La mise en œuvre de cette stratégie présente le milieu comme antagoniste à la plupart des élèves. Les stratégies du professeur consistent à : i. satisfaire la clause proprio motu (cf. ci-dessus) par confrontation aux effets de l'investissement des stratégies d'action, à (re)formuler ; ii. s'appuyer sur la formulation des stratégies efficaces pour institutionnaliser une façon de faire dont il convient d'expérimenter l'efficacité ; iii. faire verbaliser les élèves sur les valeurs proportionnelles (longueur/hauteur des obstacles) et sur des liens en EPS (installation du matériel, plus la vitesse est importante, plus l'impulsion est horizontalisée, moins elle est verticalisée / plus les obstacles devront être bas, ...) ; iv. réaménager le milieu dans le sens d'une densification d'éléments visant à faciliter l'adoption d'une motricité plus efficace.

III - INTERPRETATIONS / DISCUSSION

Ces situations montrent comment la proportionnalité est abordée dans deux disciplines différentes, par confrontation à un milieu authentique dont les rétroactions fournissent aux élèves des éléments qui leur permettent de remanier leurs stratégies d'action. Ces éléments sont complétés par des régulations du professeur, qui incitent à ce remaniement dans le sens attendu, tout permettant l'introduction de la notion de proportionnalité comme moyen de/aide à la résolution des problèmes posés en mathématiques et en EPS.

La mise en œuvre spontanée par les élèves de composantes du contrat-soi marquées par l'adoption de conceptions/schémas additifs dans les deux situations (ajouter des longueurs fixes, impulser plus haut) peut s'interpréter comme des résurgences issues de comportements efficaces dans des situations passées.

Les élèves expérimentent alors l'inefficacité des stratégies qu'ils mettent en œuvre en ce sens, à travers les rétroactions fournies par le milieu des situations proposées, suite aux actions qu'ils y portent. On peut donc considérer que ces situations « font milieu » en tant que lieux de résistances aux composantes du contrat-soi. Elles sont donc instigatrices d'un « milieu-soi » comme lieu de tentatives d'accommodation des capacités déjà-là des élèves, sources de résistances (Sensevy, op. cit.). Il s'agit alors pour les élèves de remettre en cause leurs manières de faire à partir de l'identification de leur inadéquation et des éléments de régulation complémentaires fournis par le professeur.

Au-delà de la compréhension générique des situations didactiques par la dialectique contrats/milieu, cette étude incite à penser le rapprochement possible de situations à partir de ponts possibles entre les problèmes qu'elles posent et la manière pour les élèves de les résoudre, avec l'aide du professeur-régulateur et par l'introduction de notions-clefs, en l'occurrence ici la proportionnalité. Si la situation des mini-haies en EPS peut se concevoir comme une occasion d'aborder la proportionnalité dans le sens d'un savoir mathématique utile pour (comprendre comment) mettre en place le matériel, elle peut également constituer l'occasion privilégiée de faire le lien entre les relations de proportionnalité « longueur des intervalles/hauteur des haies/vitesse de course/gabarit de l'élève » et les modalités inverses de variation des composantes verticale et horizontale des forces d'impulsion créées à partir des appuis (plus la vitesse de course augmente, plus l'impulsion s'horizontalise, donc moins il faut impulser vers le haut).

Ce rapprochement entre situations en mathématiques et en EPS peut s'avérer fécond dans le cadre d'un travail interdisciplinaire avec les élèves dans les deux disciplines. Il est ainsi possible de concevoir la situation des mini-haies comme le lieu d'une rencontre possible avec la proportionnalité, à travailler ensuite en cours de mathématiques. A l'inverse, la situation du tangram peut permettre aux élèves de s'approprier la proportionnalité comme outil à investir en EPS : aide pour installer le matériel/adapter les parcours, base pour travailler les régulations motrices, ...

IV - CONCLUSION / PERSPECTIVES

Ce travail engage des perspectives de constitution d'un « catalogue » d'exemples emblématiques de situations et d'acquisitions à rapprocher afin d'ouvrir des pistes de travail sur l'interdisciplinarité, tant sur le plan scientifique (enjeu pour les approches comparatistes en didactique notamment) que sur le plan professionnel (travail de l'interdisciplinarité en classe avec les élèves sollicitant des notions transversales).

Cette étude nous semble ainsi pouvoir se projeter dans la constitution de plusieurs types de ressources : « catalogue » de situations emblématiques pour les recherches comparatistes, répertoire de ponts possibles entre situations pour le travail des enseignants et utilisable pour leur formation.

De ce fait, un travail d'ingénierie didactique contribuerait à alimenter conjointement les perspectives de recherche, de formation des enseignants et d'enseignement.

V - BIBLIOGRAPHIE

BROUSSEAU G. (1980). Les échecs électifs dans l'enseignement des mathématiques à l'école élémentaire, *Revue de laryngologie otologie rhinologie*, **101**, 107-131.

BROUSSEAU G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.

CHEVALLARD Y. (1991). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble : La Pensée Sauvage.

LAROUSSE (LE) – DICTIONNAIRE DE FRANÇAIS (2015) [En ligne]. (Page consultée le 16 août 2015). <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/strat%C3%A9gie/74818>

MERCIER A., SCHUBAUER-LEONI, M.-L., SENSEVY G. (2002). Vers une didactique comparée. *Revue Française de Pédagogie*, **141**, 5-16.

PASSERON J.-C., REVEL, J. (2005). *Penser par cas. Vers une didactique comparée*. Paris : EHESS.

PIASENTA J. (1988). *L'éducation athlétique*. Paris : INSEP.

PIASENTA J. (2011). *Motricité sportive. Développement des capacités et habiletés*. Paris : Amphora.

PERRIN-GLORIAN M.-J., HERSANT M. (2003). Milieu et contrat didactique, outils pour l'analyse de séquences ordinaires. *Recherches en didactique des mathématiques*, **23/2**, 217-276.

SENSEVY G. (2011). *Le sens du savoir. Eléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique*. Bruxelles : De Bœck.