

# VERS UNE APPROCHE DIDACTIQUE DES ACTIVITES DE DIFFUSION ET VULGARISATION DES MATHEMATIQUES, ET DE LEURS SYNERGIES POSSIBLES AVEC LES ACTIVITES SCOLAIRES

Nicolas **PELAY**

Plaisir Maths

[nicolas.pelay@plaisir-maths.fr](mailto:nicolas.pelay@plaisir-maths.fr)

Michèle **ARTIGUE**

LDAR, Université Paris Diderot

[michele.artigue@univ-paris-diderot.fr](mailto:michele.artigue@univ-paris-diderot.fr)

## **Résumé**

Les activités de diffusion et vulgarisation des mathématiques tendent à se multiplier, mobilisant une multiplicité d'institutions et d'acteurs et interagissant aussi, de plus en plus, avec l'institution scolaire. Contribuant à l'acculturation mathématique des individus, elles constituent un des registres d'action didactique de nos sociétés, et la recherche didactique se doit donc de s'y intéresser. Dans cet exposé, après avoir précisé contexte et enjeux, nous montrerons, en nous appuyant sur un panorama de travaux de didactique des mathématiques menés en France dans ce domaine, que les théories didactiques existantes offrent des potentialités réelles pour aborder les problématiques de diffusion et vulgarisation des mathématiques. Ces potentialités restent cependant encore très largement à concrétiser, et ceci constitue un véritable défi pour notre communauté.

## **Mots clés**

Diffusion des mathématiques, vulgarisation des mathématiques, contrat didactique et ludique, vulgaristique

## **INTRODUCTION**

Les activités de diffusion et vulgarisation des mathématiques tendent à se multiplier, mobilisant une multiplicité d'institutions et d'acteurs. Elles interagissent aussi, de plus en plus, avec l'institution scolaire, comme le montrent bien par exemple, les activités de la semaine des mathématiques, créée il y a quelques années et aujourd'hui bien installée dans le paysage éducatif<sup>1</sup>. Dans cet exposé, nous partons du principe que ces activités, parce qu'elles contribuent à l'acculturation mathématique des individus, constituent un des registres d'action didactique de nos sociétés, et qu'à ce titre, notre communauté de recherche se doit de s'y intéresser, comme elle doit s'intéresser à leurs synergies possibles avec les activités scolaires. Dans un premier temps, nous allons d'abord préciser les enjeux de cet engagement, et également pourquoi, vues les caractéristiques du contexte actuel, il nous paraît important que

---

<sup>1</sup> <http://eduscol.education.fr/cid59178/semaine-des-mathematiques.html>

nous nous y intéressons davantage aujourd'hui que nous ne l'avons fait jusqu'ici. Ensuite, nous voudrions partager avec vous l'état de notre réflexion sur les questions suivantes : quelles sont les potentialités des théories didactiques, et plus généralement des praxéologies de recherche qui sont les plus familières à notre communauté pour aborder ces formes d'action didactique ? Quels sont les défis qu'il faut relever ? Bien sûr, notre conviction est que ces potentialités sont réelles et nous essaierons de le montrer en menant une analyse réflexive de travaux de recherche récents menés en France dans ce domaine. Mais notre conviction est aussi que ces potentialités restent largement à concrétiser, requièrent de nouveaux développements, comme de nouvelles collaborations avec les autres communautés scientifiques qui travaillent sur les questions de diffusion et vulgarisation des connaissances, en mathématiques mais aussi plus largement. Tout ceci représente un défi pour notre communauté. Nous y reviendrons dans la dernière partie de synthèse et conclusion.

## CONTEXTES ET ENJEUX

Les activités de diffusion et vulgarisation des mathématiques ne constituent pas une nouveauté. Nicolas Pelay, par exemple, s'est intéressé dans sa thèse (Pelay 2011) au genre des récréations mathématiques, à travers notamment l'étude des récréations mathématiques et physiques de Jacques Ozanam (1694) et a bien montré l'importance prise par ce genre didactique aux 17<sup>e</sup> et 18<sup>e</sup> siècles. Il a aussi montré les connexions et complémentarités que l'on pouvait mettre en évidence entre cet ouvrage et ceux que le même auteur a écrits pour l'enseignement. Des associations comme l'association MATH.en.JEANS en France, créée en 1989, les nombreux rallyes mathématiques, organisés notamment par les IREM, réunis d'abord au sein de la Commission inter-IREM Rallyes et maintenant de la Commission inter-IREM Pop'Math, existent depuis des décennies ; le Palais de la Découverte, créé en 1937 par Jean Perrin pour faire sortir la science des laboratoires, propose des ateliers et conférences mathématiques, depuis bien plus longtemps encore. Il est cependant indéniable que ces activités tendent à se multiplier, à l'extérieur ou à la périphérie de l'institution scolaire, et à concerner de plus en plus d'adultes et d'élèves même si, pour ce qui est des élèves, le pourcentage concerné reste encore très faible. Il a existé pendant longtemps chaque année un colloque MATH.en.JEANS national ; vu le nombre croissant d'élèves investis dans ces actions, l'association a été obligée de les multiplier et ils étaient au nombre de cinq en 2016. Le Salon « Culture & Jeux Mathématiques », organisé à Paris chaque année par le CIJM (Comité International des Jeux Mathématiques), voit un grand nombre de visiteurs se presser autour de ses stands. Le programme de conférences de la Bibliothèque nationale de France, « Un texte, un mathématicien », dont le dixième anniversaire a été célébré en mars 2015, lors du forum « Mathématiques vivantes, de l'école au monde »<sup>2</sup>, est, aux dires des responsables de la BnF, son cycle de conférences qui attire le plus large public. Non seulement les activités s'étendent, se diversifient, comme le montre bien le site de l'association Animath, mais elles mobilisent de plus en plus d'acteurs ; le forum « Mathématiques vivantes », mentionné plus haut, a reçu, par exemple, l'appui de plus de cinquante institutions, comme en témoigne son dossier de presse. Ces activités sont aussi sources d'institutions nouvelles, comme la MMI (Maison des Mathématiques et de l'Informatique) créée à Lyon en 2012, la toute récente Grange des Maths à Grenoble, ou le Musée des mathématiques qui doit voir le jour à Paris, à côté de l'Institut Henri Poincaré. Elles donnent aussi lieu à de nouvelles formes de reconnaissance, des prix spécifiques comme le prix d'Alembert, créé en 2002 par la SMF (Société Mathématique de France), qui vise à encourager la diffusion de la connaissance des

---

<sup>2</sup> [www.cfem.asso.fr/actualites/forum-mathematiques-vivantes](http://www.cfem.asso.fr/actualites/forum-mathematiques-vivantes)

mathématiques vers un large public, ou plus récemment le prix créé en 2015 pour la diffusion des mathématiques par la célèbre Fondation Clay, dont le mathématicien Etienne Ghys, conférencier exceptionnel, fondateur du site « Image des Maths » et co-auteur avec Aurélien Alvarez et Jos Leys des films remarquables « Dimensions » et « Chaos », a été le premier lauréat. Nous pourrions multiplier les exemples, ne serait-ce qu'en France, mais nous arrêterons là l'énumération, pour souligner d'autres éléments importants de contexte, à savoir :

- des évolutions technologiques et sociales qui modifient profondément les modes de communication, de production, d'accès aux et de partage des ressources, qui multiplient la forme possible de ces dernières ainsi que leurs auteurs (cf. les vidéos produites par nombre d'enseignants et mises sur l'internet, par exemple les vidéos « Micmaths » sur YouTube<sup>3</sup>) ;
- une École que les politiques éducatives souhaitent plus ouverte sur le monde qui l'entoure, l'affirmation du potentiel des activités ludiques pour l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques (cf. le point 7 de la « Stratégie Mathématiques »<sup>4</sup> lancée par le Ministère de l'Éducation Nationale en décembre 2014, et les nouveaux programmes de l'école maternelle et du primaire), l'introduction de dispositifs d'enseignement fonctionnant sur la base de projets collaboratifs, qui rapprochent en un certain sens pratiques mathématiques formelles et informelles ;
- une grande porosité des milieux et des acteurs ; dans leur très grande majorité, en effet, les acteurs de la diffusion informelle des mathématiques sont eux-mêmes des enseignants, ou viennent du monde de l'enseignement.

Tout ceci tend à engendrer un continuum entre formes d'action didactique formelles et informelles, à modifier les conditions des relations entre leurs acteurs et les enjeux de ces relations, et à rendre le travail didactique sur ces questions d'autant plus nécessaire. Il faut cependant avouer que, jusqu'à récemment, l'intérêt des chercheurs en didactique pour ces questions est resté limité, en France comme au-delà des frontières. Lors du séminaire, Michèle Artigue a expliqué que c'est lorsqu'elle a participé à la mise en place de l'étude ICMI intitulée « Challenging Mathematics In and Beyond the Classroom » (Barbeau & Taylor, 2009), à un moment où elle était vice-présidente d'ICMI (International Commission on Mathematical Instruction), qu'elle a pris la mesure du décalage existant entre recherche et action dans ce domaine. Comme son titre l'indique, l'angle d'attaque choisi pour cette étude ICMI était celui des formes d'action didactique capables de permettre aux élèves de rencontrer les mathématiques comme défi, à travers le choix du mot « challenging » ; volontairement, on ne s'y limitait pas aux contextes péri et extra-scolaires pour ne pas renforcer une opposition des deux mondes, le scolaire et l'extra-scolaire, qui prend souvent des formes caricaturales. Les principales questions à l'étude étaient de fait les suivantes :

- Peut-on utiliser ces défis pour motiver les élèves dans leur étude des mathématiques et des sciences ? Pour stimuler le plaisir de faire des mathématiques ?
- Est-ce que cela conduit à une compréhension plus approfondie des concepts et de la nature des mathématiques ? Est-ce que cela facilite la mémorisation et aide à relier concepts et techniques ? Permet plus d'aisance dans leur usage ?

Les contributeurs à l'étude ont essayé de montrer que c'était bien le cas. Ils ont produit des catégorisations, des critères d'analyse combinant les dimensions affectives, cognitives, organisationnelles et institutionnelles ; ils ont présenté de très nombreux exemples et études de cas, situés dans une grande diversité de contextes éducatifs. Cependant, comme souligné dans (Artigue, 2015), l'étude de ce qui se fait ou peut se faire dans la classe d'une part, et de

---

<sup>3</sup> <https://www.youtube.com/user/Micmaths>

<sup>4</sup> [www.education.gouv.fr/cid84398/strategie-mathematiques.html](http://www.education.gouv.fr/cid84398/strategie-mathematiques.html)

ce qui se fait ou peut se faire hors de la classe d'autre part, ont fait l'objet de chapitres séparés, ce qui n'a pas aidé à mettre en lumière les interactions possibles, ou la façon dont le périscolaire pouvait inspirer le scolaire. De plus, les organisateurs de l'étude soulignent bien dans le chapitre qui conclut l'ouvrage que si les actions, les ressources se multiplient, l'évaluation des impacts reste un problème largement ouvert, et que la recherche didactique s'est jusqu'alors peu intéressée à toutes ces questions.

La préparation du forum « Mathématiques vivantes, de l'école au monde », a été l'occasion d'essayer de dépasser ces limites et d'essayer de mieux mutualiser les acquis d'expérience de ceux qui, souvent depuis très longtemps, sont investis dans des activités périscolaires et extra-scolaires en mathématiques et essaient de créer des synergies. Nous avons préparé un questionnaire qui a été discuté avec les membres du comité scientifique du forum les plus directement concernés, puis mis en ligne, et auquel ont répondu 152 personnes engagées dans de telles activités en mathématiques. Nous ne détaillerons pas ici le questionnaire et les résultats qui en ont été tirés, renvoyant le lecteur aux communications (Pelay & Artigue, 2015) et (Artigue, 2015), accessibles en ligne. Les réponses, de fait, confirment la multiplicité des formes d'action existantes et les effets positifs divers identifiés par les acteurs, mais aussi la rareté des évaluations précises d'impact et la difficulté constatée de ces dernières. La majorité des répondants qui sont enseignants affirment avoir essayé de créer des synergies. Ils pointent les difficultés diverses rencontrées : manque de temps, de moyens et très souvent de soutien institutionnel, malgré le discours officiel ; difficulté à concilier la logique propre à ces activités et les attentes curriculaires. Mais ils témoignent aussi des effets positifs ressentis de ces synergies, tant affectifs et relationnels que cognitifs quand on arrive à les créer, même si les évaluations d'impact sont, dans ce cas, encore plus rares.

Pour clore cette première partie sur contextes et enjeux, nous évoquerons le dernier colloque de l'EMF, l'Espace Mathématique Francophone, qui s'est tenu à Alger, en octobre 2015. En effet, l'un des projets spéciaux de ce colloque concernait justement la vulgarisation des mathématiques. Les discussions vives qui ont eu lieu lors des séances de ce projet spécial, les contributions proposées et le compte-rendu établi par les responsables, confirment bien, nous semble-t-il, l'importance pour notre communauté de s'investir sérieusement dans ces questions. Au-delà des narrations plus ou moins réflexives associées à la présentation de pratiques de vulgarisation, trois des contributions notamment développaient une réflexion plus théorique. C'était le cas par exemple de la contribution de Benoît Rittaud (2015). Après avoir écrit que vulgarisation et enseignement « partagent un point de leur structure fondamentale : les deux consistent en une rencontre (au sens large) entre dépositaires du savoir et novices, rencontre dont l'objet est une transmission des connaissances des premiers aux seconds » (p. 957), l'auteur insiste sur les différences entre vulgarisation et enseignement en termes de mise en scène, captivité du public, pérennité du discours, mise en perspective, dimension hiérarchique, adaptabilité du contenu. Elles sont suffisamment fortes selon lui « pour qu'il soit légitime de parler de différences de nature, et non d'une simple différence de degré » (p. 958), puis il se propose de réfléchir aux pistes à partir desquelles il pourrait être possible de réfléchir à la fondation d'une « vulgaristique » qui serait à la vulgarisation ce que la didactique est à l'enseignement, et permettrait de développer les concepts et outils spécifiques que ce champ nécessite. Des affirmations un peu provocantes émaillent le texte, associées à une vision du champ didactique très réductrice et visiblement peu informée. Dans le compte-rendu final des travaux menés dans le cadre de ce projet (Fiorelli-Wilmart, Belbachir, Tanguay & Semri, 2015), ses responsables reviennent sur cette idée de vulgaristique qui, selon eux, mérite d'être travaillée. Par ailleurs, s'appuyant sur la présentation du groupe ALPaGe (Fiorelli-Wilmart, Audin, Belbachir, Cherix & Rittaud, 2015) qui propose un outil pour évaluer et analyser des activités de vulgarisation, *a priori* et *a posteriori*, ils essaient également d'amorcer un dialogue entre didactique et vulgaristique. L'outil d'évaluation est

basé sur la distinction, dans les activités de vulgarisation, entre des phases qui donnent à voir destinées à accrocher le public, des phases qui donnent à chercher au cours desquelles le vulgarisateur rend son public actif, et des phases qui donnent à comprendre qui renvoient aux explications données par le vulgarisateur ou construites en interaction avec le public. Pour amorcer le dialogue, des parallèles sont proposés, entre les phases donnant à voir et les phases de dévolution, les phases donnant à chercher et les phases ou situations d'action et de formulation, les phases donnant à comprendre avec les phases ou situations de validation et l'institutionnalisation (pp. 906-907). L'effort fait ainsi pour établir des connections est sans aucun doute louable mais celles proposées ici, au moins telles qu'exprimées dans l'espace restreint de ce compte-rendu, nous semblent pour l'instant assez peu convaincantes, trop associées à des similarités de surface pour être significatives. Il nous semble important, si de tels efforts sont entrepris, de bien prendre en compte ce que nous ont appris les travaux qui se sont fortement développés depuis une dizaine d'années sur les articulations entre cadres théoriques au sein de groupes et projets européens, comme par exemple (Lagrange & Kynigos, 2013) ou (Bikner-Asbahr & Prediger, 2014). Ils montrent bien la nécessité pour établir des connexions productives d'aller au-delà des ressemblances de surface.

Didacticiens et vulgarisateurs doivent sans aucun doute interagir sur des objets d'étude communs mais, si l'on veut que ces discussions soient productives et bénéficient réellement des expertises respectives des uns et des autres, il faut construire soigneusement et en commun les objets d'étude et développer des praxéologies de recherche pertinentes (Artigue & Bosch, 2014). Il faut aussi s'interroger sérieusement sur ce que la didactique a à offrir et comment elle peut contribuer au travail sur ces questions de vulgarisation et diffusion des mathématiques, même si elle n'est pas la seule à pouvoir les éclairer. Dans la suite de ce texte, nous essaierons de poser des jalons dans cette direction, en nous appuyant notamment sur l'étude d'un corpus de travaux didactiques francophones.

## ETUDE D'UN CORPUS DE TRAVAUX DIDACTIQUES FRANCOPHONES

### Description du corpus

Nous avons constitué ce corpus à partir des recherches :

- qui sont issues de thèses soutenues en France, d'articles de la revue *Recherches en Didactique des Mathématiques* (RDM), ou d'actes des colloques de l'EMF<sup>5</sup> ;
- qui se revendiquent comme relevant du champ de la didactique des mathématiques ;
- qui touchent le thème de la vulgarisation, par la problématique ou le contexte expérimental choisi.

Les critères choisis pour constituer ce corpus nous ont semblé permettre de se faire une idée des recherches didactiques menées en France traitant des problématiques de vulgarisation des mathématiques.

D'un point de vue méthodologique, ce corpus a été travaillé sur la base des questions suivantes :

- Q1 : Quelle est la place de la vulgarisation dans la recherche ?
- Q2 : Quelles sont les formes de vulgarisation concernées ? (lieux, types d'action, etc.)
- Q3 : Quels sont les approches, cadres théoriques et concepts mobilisés ?
- Q4 : Quels sont les enrichissements conceptuels apportés ?
- Q5 : Quels sont les résultats liés à la vulgarisation ?

Neuf publications seulement correspondent en fait aux critères établis, dont trois thèses et six

---

<sup>5</sup> Espace Mathématique Francophone, <http://emf.unige.ch/>

articles de colloques EMF (cf. tableau 1 ci-dessous) :

AUTEUR.E.S	ANNEE	TITRE	STATUT
Karine Godot	2005	Situations recherche et jeux mathématiques pour la formation et la vulgarisation	Thèse de doctorat
Caroline Poisard	2005	Ateliers de fabrication et d'étude d'objets mathématiques, le cas des instruments à calculer	Thèse de doctorat
Nicolas Pelay	2011	Jeux et apprentissages mathématiques. Elaboration du contrat didactique et ludique en contexte d'animation scientifique	Thèse de doctorat
Karine Godot	2012	Maths et malice, un projet pour faire découvrir les mathématiques aux enfants sur le temps du loisir	Contribution au colloque EMF 2012
Denise Grenier	2012	Rôle des situations de recherche dans la vulgarisation des mathématiques	Contribution au colloque EMF 2012
Christian Mercat et Nicolas Pelay	2012	Quelle modélisation didactique de la vulgarisation des mathématiques ?	Contribution au colloque EMF 2012
Karine Godot	2015	Maths à modeler, des jeux pour apprendre à chercher en mathématiques	Contribution au colloque EMF 2015
Christian Mercat	2015	La diffusion : un lieu pour une humanité plus humaine	Contribution au colloque EMF 2015
Alix Boissière et Nicolas Pelay	2015	Vulgarisation et enseignement des mathématiques dans le jeu Dobble	Contribution au colloque EMF 2015

*Tableau 1 : Corpus de travaux didactiques francophones étudié*

Le faible nombre d'articles et de chercheurs recensés, l'absence d'articles publiés dans la revue *Recherches en Didactique des Mathématiques*, confirment que la didactique des mathématiques en France s'est modérément intéressée jusqu'ici à l'étude des contextes de vulgarisation. De plus, même si les contextes de vulgarisation et d'animation sont choisis comme contexte expérimental par les chercheurs, cela ne signifie pas pour autant que la thématique de la vulgarisation soit prise comme objet d'étude principal dans ces recherches. C'est ainsi le cas pour les trois thèses : celle de Poisard est centrée sur l'étude des « objets à calculer », celle de de Godot traite de façon importante de la démarche de recherche, et celle de Pelay traite de la problématique jeu/apprentissage. Le contexte de vulgarisation est choisi parce qu'il offre certaines propriétés, que les chercheurs ne trouvent pas – ou peu – dans le contexte scolaire, et qui favorisent le développement de leur problématique de recherche : pour Poisard, le centre de culture scientifique, qui met la construction et manipulation des objets, au cœur du projet éducatif est un cadre permettant l'étude des instruments à calculer dans l'apprentissage des nombres et du calcul, et pour Pelay qui considère le jeu et le plaisir comme des moteurs de l'apprentissage, les séjours de vacances créent un cadre favorable pour l'étude de la dialectique jeu/apprentissage.

En revanche, tous les chercheurs qui ont réalisé des expérimentations dans ce domaine pointent, décrivent et analysent dans leur travaux une réelle spécificité des contextes de vulgarisation et d'animation, cette spécificité pouvant être source d'émergence de nouvelles conceptualisations, comme par exemple celle du concept de contrat didactique et ludique dans la thèse de Pelay (2011). Nous y consacrons le paragraphe suivant.

## Les spécificités des contextes de vulgarisation et d'animation

Poisard, par exemple, explicite en ces termes dans sa thèse les spécificités du contexte dans lequel elle a expérimenté :

« Pour l'école, il y a un programme à suivre, des sujets à traiter, la classe supérieure à laquelle il faut accéder... Aux Domaines, les objectifs et les contraintes sont d'un autre ordre, examinons-les. Avec les scolaires, chaque enfant construit son objet pendant la demi-journée considérée, si le temps est trop court, la phase d'utilisation et d'explication sera réduite voire mise de côté. L'objectif premier du centre est que l'enfant construise son objet et que celui-ci fonctionne. [...] Une grosse part des explications est laissée volontairement à l'école, la démarche du professeur va donc déterminer l'intérêt didactique des séances aux Domaines.

En revanche, pendant les vacances, la contrainte du même nombre d'objets et des mêmes constructions pour chaque enfant disparaît. L'animateur peut donner le choix des réalisations (sur la thématique choisie), proposer des petits montages supplémentaires aux plus rapides et permettre de tâtonner, d'expérimenter : les animations s'adaptent à la demande des enfants. [...] Suivant la dynamique du groupe, le stage peut se dérouler de manière bien différente, au fil des idées des enfants. Dans ce cas, la partie explications ne peut pas être laissée à l'école. » (Poisard, 2005, p. 16)

Godot fait, quant à elle, l'hypothèse de modifications profondes des caractéristiques générales du contrat didactique existant au sein de l'institution loisir scientifique :

- « • les activités proposées doivent procurer du plaisir
- on est libre de faire ou de ne pas faire
- on nous invite à apprendre des choses mais ce que l'on apprend ne sera pas évalué
- on peut consacrer le temps que l'on souhaite aux activités proposées.

Le contrat didactique inhérent à l'institution « loisir scientifique », où le plaisir et le libre choix ont une place importante, est donc éloigné de celui habituellement établi dans l'institution scolaire lors de l'enseignement des mathématiques, bien qu'ils aient des points en commun. » (Godot, 2005, p. 320)

Mais le contrat didactique est parfois d'une nature tellement différente, que c'est le concept de contrat didactique lui-même qu'il faut réinterroger. Pelay (2011) montre dans sa thèse qu'il est insuffisant pour décrire et analyser complètement certaines animations mathématiques menées en centre de vacances, et c'est dans cette perspective qu'il élabore le concept de contrat didactique et ludique. Deux arguments principaux sont avancés dans la thèse.

Le premier argument est l'impossibilité observée de rendre compte de certaines phases d'animations en se référant uniquement à un contrat de nature didactique. Pour Pelay, l'animateur est parfois :

« face à des choix et des décisions qui sont très éloignés des préoccupations qu'aurait un maître dans une situation de classe. Il a certes des éventuels objectifs de diffusion ou d'enseignement, mais il est avant tout pris par la nécessité de faire vivre le jeu. » (Pelay, 2011, p. 261)

Cette priorité donnée au jeu le conduit à identifier des phases non didactiques, dans lesquelles se font des apprentissages mathématiques. Ceci est mis en évidence sur une animation qui est étudiée de façon centrale dans la thèse, la situation des 10 consécutifs. L'animateur y met en place un jeu de course et, contrairement à ses intentions initiales d'engager un débat mathématique après une phase de jeu, il laisse, lors de l'expérimentation, se poursuivre le jeu jusqu'à la fin de l'animation. Il justifie explicitement son choix *a posteriori* en estimant qu'il était trop tard pour engager une phase de débat qui n'aurait pas été comprise par les autres équipes, et il a préféré maintenir le jeu afin non seulement de maintenir l'ambiance, mais aussi pour permettre à l'équipe qui avait trouvé la formule de l'emporter. Il a donc fait le choix de gérer l'animation en donnant la priorité à la dévolution et aux enjeux ludiques, et c'est cette nécessité de faire vivre le jeu qui conduit à penser que cette phase de l'atelier ne

peut pas être modélisée en se limitant à un contrat didactique : aucune intention didactique n'est exprimée par l'animateur, et aucune intention didactique n'est perçue par les enfants. Animateur et enfants sont donc liés par l'intention de jouer ensemble, jouer en faisant et en apprenant des mathématiques peut-être, mais jouer avant tout. Cela rejoint le constat de Poisard qui met aussi en avant que l'objectif premier du centre de culture scientifique où se déroule son expérimentation est que l'enfant construise son objet et que celui-ci fonctionne. Certains enjeux deviennent ainsi tellement prioritaires que les enjeux didactiques peuvent disparaître.

Le second argument est l'absence de la dimension paradoxale du contrat didactique dans certaines animations. Brousseau précise ainsi le caractère paradoxal du contrat didactique dans les situations adidactiques :

« Le maître souhaite que l'élève veuille ne tenir la réponse que de lui-même, mais en même temps, il a le devoir social de vouloir que l'élève donne la bonne réponse. Il doit donc communiquer ce savoir sans avoir à le dévoiler, ce qui est incompatible avec une relation contractuelle. »  
(Brousseau, 1998, p. 303)

Or ce caractère paradoxal du contrat didactique, lié à l'obligation sociale d'enseigner, n'existe pas dans de nombreux contextes de vulgarisation ou d'animation, car les animations n'obéissent pas à cette logique. L'animateur peut avoir une intention d'enseigner et les enfants une intention d'apprendre, mais il n'y a aucune obligation d'enseignement. L'animateur peut s'adapter à l'attitude des enfants et à leurs capacités du moment. Ne reposant pas sur une injonction d'enseigner portée par l'institution, le contrat qui s'instaure est donc d'une autre nature car l'animateur peut ainsi se soustraire aux paradoxes habituellement associés au contrat didactique, comme celui de la dévolution : il peut laisser les enfants chercher et refuser de leur donner la solution même lorsque ces derniers le lui demandent à la fin de l'activité. Cela est en partie rendu possible par le fait que, dans ces contextes, la notion d'obligation tend à être remplacée par celle de libre choix, un point souligné dans les trois thèses. Il s'agit en fait d'un véritable renversement vis-à-vis du contrat didactique habituel, puisque la responsabilité didactique est transférée du côté des enfants : c'est leur volonté et leur désir personnel qui deviennent moteurs. L'animateur construit la relation didactique sur la responsabilité d'apprendre que prennent les enfants.

C'est ce qui a conduit Pelay à élaborer, dans sa thèse, le concept de contrat didactique et ludique pour étudier, de façon conjointe et articulée, les enjeux ludiques et les enjeux didactiques. Ce concept, qui vient donc élargir le concept de contrat didactique, est défini de la façon suivante :

« Le contrat didactique et ludique est l'ensemble des règles et comportements, implicites et explicites, entre un "éducateur" et un ou plusieurs "participants" dans un projet, qui lie de façon explicite ou implicite, jeu et apprentissage dans un contexte donné. » (Pelay, 2011, p. 284)

Les travaux de notre corpus mettent donc bien en évidence une véritable spécificité des contextes de vulgarisation et d'animation, et l'on y perçoit bien que l'étude de ces contextes peut générer des problématiques spécifiques qui sont susceptibles de modifier et renouveler de façon assez importante le travail didactique, et également de générer des extensions ou de nouvelles constructions théoriques originales. La modélisation proposée ci-après en est un autre exemple fourni par le corpus étudié.

### **Un début de modélisation d'une action de diffusion**

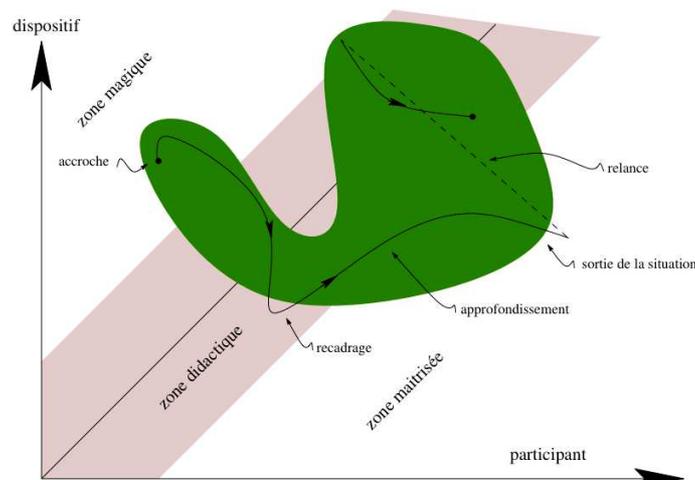
Dans le corpus étudié, seuls les deux articles (Pelay & Mercat, 2012) et (Pelay & Boissière, 2015) sont centrés sur la thématique de la vulgarisation. Ils proposent une première tentative de modélisation d'une action de diffusion des mathématiques, qui n'oppose pas enseignement et vulgarisation, mais qui puisse au contraire permettre de penser l'étude d'une action

d'enseignement et d'une action de vulgarisation avec des concepts communs. Leur hypothèse est la suivante :

« L'hypothèse sous-jacente est qu'il existe des éléments de vulgarisation dans le processus d'enseignement, et des éléments d'enseignement dans le processus de vulgarisation. Ce sont la priorité donnée à certains enjeux plutôt qu'à d'autres, les choix réalisés dans les activités proposées, le discours et le langage utilisé dans les textes et les échanges avec le public, qui vont permettre de caractériser les processus d'enseignement et de vulgarisation mis en œuvre. Aussi, une action de diffusion va pouvoir être étudiée avec une approche théorique globale. » (Pelay & Boissière, 2015, p. 947)

Une action de diffusion des mathématiques est définie dans ce texte de façon assez large « comme la mise en place d'un dispositif mathématique dans un contexte donné, par un acteur de la diffusion et pour un public donné ». Elle peut être représentée par une trajectoire qui se réalise dans différentes zones qui sont définies de la façon suivante :

- la zone magique est la zone où le public n'a aucune prise sur ce dont on lui parle. Il ne peut pas faire de référence à des choses déjà connues. Plus la distance est grande, plus les mathématiques paraissent inaccessibles et en quelque sorte magiques pour le public. Le savoir expert est tellement éloigné de celui du public que celui-ci n'a aucune prise sur la réalité mathématique qui lui est proposée : elle lui est même invisible, incompréhensible, inaccessible.
- la zone maîtrisée est la zone où le public a une certaine maîtrise du contenu mathématique. Les connaissances mathématiques évoquées ont du sens, et il peut se « raccrocher » à des choses connues. Il peut toujours y avoir des approfondissements dans cette zone.
- la zone didactique est la zone où une compréhension et un approfondissement sont possibles autour d'une notion, d'un théorème, d'une technique, etc. » (ibid., p. 948)



**Figure 6 : Modélisation d'une action de diffusion**

Selon cette perspective, une action d'enseignement pourrait se définir comme une action de diffusion des mathématiques où les intentions didactiques sont prioritaires sur tous les autres enjeux ; et une action de vulgarisation comme une action de diffusion où d'autres enjeux prennent le pas sur les intentions didactiques. En s'appuyant sur cette approche, Pelay et Boissière étudient des actions de diffusion menées autour d'un même thème mathématique, et mettent en évidence par exemple des différences significatives entre deux articles de vulgarisation.

Ce modèle illustre bien, nous semble-t-il, la nécessité, dans une approche didactique des activités de popularisation des mathématiques, de prendre en compte les différents types de rapport aux mathématiques qui s'y engagent. Il montre aussi comment le jeu possible entre ces différents types de rapport ouvre l'espace des dynamiques potentielles par rapport à celles

usuellement étudiées par les didacticiens. Il est cependant clair, à la lecture des textes, qu'il s'agit là d'un objet émergent qui nécessite un travail substantiel pour évoluer vers une construction vraiment convaincante.

### **Des travaux encore émergents**

Notre étude étaye donc le constat fait dans la première partie de ce texte : la didactique des mathématiques n'a pas encore vraiment traité en profondeur l'étude de la vulgarisation. D'ailleurs, parmi toutes les formes possibles de vulgarisation (articles, livres, films, conférences, expositions, pièces de théâtre, ateliers, etc.), peu sont en fait couvertes par les études didactiques de ce corpus : il s'agit quasi systématiquement d'ateliers, ou ateliers-stands. Seul l'article de Pelay et Boissière (2015) déjà cité se singularise, en étudiant deux articles de vulgarisation du site « Image des maths ». Les cadres théoriques mobilisés sont des cadres qui permettent d'étudier ce qui se passe en situation, celui notamment des situations-recherche (Grenier & Payan, 1998) ou la théorie des situations didactiques (Brousseau, 1998) qui, effectivement, s'adaptent bien à ces formes de vulgarisation. La théorie anthropologique du didactique est présente dans la thèse de Poisard (2005) via la notion d'ostensif (Bosch & Chevallard, 1999) par rapport à son travail sur le rôle des objets à calculer mais, contrairement à ce que l'on aurait pu penser, elle n'est mobilisée dans aucun article pour étudier les actions de vulgarisation sous l'angle institutionnel, mieux cerner les hiérarchies de conditions et contraintes qui leur sont associées (Chevallard, 2002), ou approcher les rapports originaux qui s'y nouent entre médias et milieux (Chevallard, 2008).

S'agissant de constructions conceptuelles ou théoriques et de résultats, on trouve finalement peu d'éléments directement liés au contexte de vulgarisation, ce qui s'explique sans doute aussi par le fait que peu de problématiques sont centrées sur la vulgarisation elle-même. Si une ébauche de cadre théorique est proposée dans les articles de Pelay et Mercat (2012) et Pelay et Boissière (2015), comme souligné, celle-ci reste encore très sommaire et à approfondir. C'est ce qui nous conduit, dans la partie suivante, à proposer des pistes de recherche qu'il nous semblerait intéressant d'approfondir.

## **CONSEQUENCES SUR LE TRAVAIL DE RECHERCHE DIDACTIQUE**

### **Repenser en profondeur l'étude des liens entre vulgarisation et enseignement**

Les recherches que nous avons analysées soulignent la spécificité des contextes de vulgarisation, mais une compréhension fine et précise de cette spécificité reste à construire. Cette spécificité doit-elle conduire à créer une « vulgaristique » des mathématiques comme le suggère Rittaud qui serait à la vulgarisation ce que la didactique serait à l'enseignement dans l'article cité plus haut ? Nous sommes sceptiques, et nous défendons plutôt la position que la didactique des mathématiques, qui vise la compréhension des processus de diffusion des mathématiques dans toutes les institutions qui se donnent de tels objectifs, doit se doter des outils théoriques, conceptuels et méthodologiques qui permettent de travailler ces problématiques. Nous considérons aussi qu'elle dispose déjà de moyens substantiels pour s'y attaquer, même si les formes de vulgarisation étudiées jusqu'ici par les didacticiens, qui sont comme nous l'avons noté très limitées, ne permettent pas de prendre l'exacte mesure des besoins.

Il nous semble dans ces conditions qu'il faille éviter deux écueils :

- Le premier serait d'opposer *a priori* enseignement et vulgarisation. Dans le corpus que nous avons étudié, nous avons relevé que les chercheurs ont, pour la plupart d'entre eux, expérimenté la mise en œuvre de mêmes dispositifs ou d'ateliers, à la fois dans des

contextes de vulgarisation et des contextes d'enseignement, et en ont tiré des résultats intéressants. L'étude des différences et des spécificités ne doit pas faire oublier l'existence de proximités, elles aussi pertinentes à identifier et étudier, en particulier pour comprendre comment établir des synergies productives en termes d'apprentissage entre les deux genres.

- Le second serait à l'inverse de sous-estimer les spécificités et de considérer la vulgarisation comme une forme « d'enseignement allégé », « un effort de simplification du contenu d'un savoir, destiné à permettre à un public de non-spécialistes de s'en approprier à bon compte quelques rudiments » (Rittaud, 2015). Cette crainte, exprimée avec force par Rittaud dans son texte, doit être réellement prise en compte. Elle nous montre qu'une approche didactique de la vulgarisation ne pourra être convaincante que si elle est capable de se saisir de la spécificité de cette dernière. Les insuffisances dans ce domaine contribuent sans aucun doute au fait que, pour l'instant, les vulgarisateurs dans leur grande majorité ne voient pas dans les perspectives didactiques une ressource.

Mener ce travail implique aussi de ne pas réduire la didactique des mathématiques à l'étude des phénomènes d'enseignement et d'apprentissage. Dans le contexte actuel d'évolution profonde des rapports aux savoirs dans nos sociétés, nous pensons que les formes de diffusion sont de plus en plus articulées et complémentaires, selon les lieux, contextes, publics, dans lesquelles elles se déroulent, et qu'il faut poursuivre le mouvement en cours de développement du champ de la didactique comme étude des phénomènes de diffusion et de dissémination de la culture mathématique sous toutes ses formes. Cela implique bien sûr, d'élargir le corpus des types d'action étudiés qui, comme nous l'avons vu précédemment, est actuellement beaucoup trop restreint et centré sur les actions de type « atelier ». Il s'agit de se doter d'outils conceptuels permettant d'analyser et comprendre les processus en jeu dans tout type d'action de diffusion des mathématiques (conférences, livres, expositions, vidéos, etc.).

### **Intégrer l'étude des autres enjeux présents dans les problématiques didactiques**

Le libre choix, l'absence d'obligation d'enseigner et de programme précis, mis en avant par les recherches, changent, nous l'avons souligné, la nature du contrat didactique. Ils attirent l'attention sur l'existence d'autres enjeux que ceux qui sont usuellement pris en charge par les travaux didactiques et doivent être ici intégrés.

La thèse de Sousa Do Nascimento (1999) nous semble, sur ce point, à considérer de façon très attentive. Elle semble être la première thèse de didactique à traiter de façon aussi centrale et approfondie les questions d'animation et de vulgarisation scientifiques, et constitue un précurseur des travaux didactiques de Poisard, Godot et Pelay qui, d'ailleurs, y font tous trois référence. Cette thèse, soutenue en 1999, s'intéresse à l'animation scientifique en tant que « praxis » ou « pratique consciente », en cherchant à en déterminer les enjeux et les objectifs. S'appuyant sur des travaux sociologiques et anthropologiques sur l'animation socioculturelle, et sur ceux de scientifiques et didacticiens sur la vulgarisation des sciences et l'animation scientifique, Do Nascimento considère que l'animation scientifique trouve son origine dans deux pratiques distinctes : le courant d'animation socioculturelle (spécificité française) et le mouvement de vulgarisation des sciences. Elle dresse une typologie des enjeux et intentions d'une animation scientifique qui révèle bien la multiplicité des enjeux possibles, l'enjeu didactique proprement dit n'en étant qu'un parmi d'autres.

INTENTIONS	ENJEUX	ROLE DE L'ANIMATEUR
Elucidation	Valeurs (conscientisation, démystification)	Militant

Production	Procédures (règles, normes, techniques de fabrication)	Technicien
Médiation	Culture scientifique et technique partagée	Médiateur
Instruction	Connaissances scientifiques	Instructeur
Loisirs	Plaisir, sensibilisation	Amuseur

*Tableau 2 : Les modèles d'analyse de l'animation scientifique*

On comprend bien que la présence d'autres enjeux, souvent plus importants que les enjeux didactiques, changent la nature du contrat. Or si les enjeux didactiques ne sont plus prioritaires, cela signifie qu'il faut aussi pouvoir intégrer d'autres perspectives de recherche (psychologiques, sociologiques, communicationnelles) de façon cohérente avec les perspectives didactiques. C'est d'ailleurs ce que fait Do Nascimento, puisqu'elle mobilise pour sa problématique plusieurs champs de recherche, la sociologie et l'anthropologie d'une part, la didactique d'autre part, et qu'elle montre aussi la nécessité d'étudier ces contextes avec une fenêtre plus large.

Ce point soulève la question de l'émergence de nouvelles praxéologies de recherche en didactique, probablement beaucoup plus interconnectées avec d'autres champs de recherche, afin de se doter de nouveaux outils d'étude pour repérer, décrire, étudier et comprendre non seulement la nature des enjeux présents mais aussi leur articulation - plus ou moins étroite - avec les enjeux didactiques, qui resteront, eux, au cœur d'une perspective didactique.

### **Evaluer l'impact des actions de vulgarisation**

Rendre l'activité plaisante ou attractive, changer le rapport aux mathématiques sont comme nous l'avons vu des enjeux importants des actions menées dans les contextes de vulgarisation. Intégrer l'étude de nouveaux enjeux dans une problématique questionne aussi sur l'évaluation de la réalisation de ces enjeux dans une action de diffusion.

Caroline Poisard a repéré ou pressenti ce basculement possible vers une autre forme de travail didactique à mener pour prendre en compte ces phénomènes :

« Pendant les vacances, [...] L'instituteur n'intervient plus directement, et ce sont les parents qui sont les premiers témoins des activités réalisées. Même si la portée didactique des ateliers semble plus faible à priori dans ce cas-là, l'intérêt n'est pas nul, il se mesure par contre différemment, mais ce n'est pas l'objet de cette recherche. » (Poisard, 2005, p. 16)

L'article récent de Assude, Feuilladiou et Dunand (2015) est sur ce point intéressant, car il place justement l'évaluation au centre de sa problématique. Il étudie les conditions pédagogiques et didactiques visant la transformation du rapport au savoir mathématique que peut engendrer le dispositif « Hippocampe » chez de jeunes élèves décrocheurs. Son intérêt est de croiser une double perspective théorique, sociologique et didactique, ce qui permet selon les auteurs :

« d'articuler les dispositions, catégories de perception et compétences des apprenants, diversifiés selon le milieu social d'appartenance (aspect sociologique), avec les contextes de mise en forme et de transmission du savoir (aspect didactique) (Lahire, 2007). La notion de rapport au savoir (Charlot, 1997) croise ces deux aspects. Elle sera appréhendée de deux façons : d'une part, à travers ce que ces stagiaires ont retenu des mathématiques durant leur scolarité antérieure dans le système conventionnel ; d'autre part à travers l'analyse du dispositif et de l'action didactique, à partir de notions telles que le rapport institutionnel et le rapport personnel au savoir mathématique (Chevallard, 1992). » (Assude et al., 2015, § 3)

De manière plus générale, trouver des moyens d'évaluer l'impact des actions de diffusion des mathématiques, qu'elles se situent dans un contexte péri ou extra-scolaire, en prenant en compte la diversité de leurs enjeux et de leurs participants, mais aussi leurs conditions et contraintes spécifiques, reste, comme nous l'avons souligné dès le début de ce texte, un

problème très largement ouvert, qui nécessitera lui aussi sans aucun doute l'élaboration de constructions originales.

## **SYNTHESE ET CONCLUSION**

Au vu de ce qui précède, il est clair que la didactique des mathématiques, conçue comme science de la diffusion des savoirs et pratiques mathématiques dans les sociétés, a un champ d'intervention qui couvre bien *a priori* toutes les formes d'action didactique, scolaires ou non, et que ses constructions offrent un réel potentiel pour le faire. Les travaux analysés le confirment bien, en montrant par exemple les apports de la théorie des situations didactiques à l'analyse fine des potentialités d'apprentissage, de familiarisation avec les pratiques mathématiques, de diverses formes de situations de vulgarisation. L'autre grand pilier didactique qu'est la théorie anthropologique du didactique fournit lui aussi des concepts *a priori* pertinents pour comprendre les conditions et contraintes des situations de vulgarisation, par exemple à travers la hiérarchie des niveaux de codétermination, ou pour prendre en charge les formes éminemment flexibles de rapport à la connaissance portées par les actions de vulgarisation, analyser des dynamiques de travail comme celles portées par les ateliers MATH.en.JEANS par exemple, mais il semble bien que ces outils soient pour l'instant sous-exploités. Ceci étant dit, les travaux analysés montrent bien aussi, comment les contrats didactiques sont modifiés, les pratiques transformées suivant les formes prises par l'action de vulgarisation ou diffusion. Pour rendre la recherche didactique utile, il nous semble qu'il faut effectivement inscrire notre travail didactique dans des praxéologies de recherche nouvelles, tant en termes de problématisation que de méthodologies. Quand cela est effectué, comme par exemple dans la thèse de Pelay (2011), cela produit des résultats qui font émerger des conceptualisations originales comme celle de contrat didactique et ludique. Il faut aussi penser en termes d'éducation mathématique, et non seulement d'enseignement et d'apprentissage, et prendre en charge la différenciation des rapports aux objets de savoir mathématiques, qui est nécessairement en jeu dans cette notion. Même si l'on peut avoir des réserves par rapport à la classification proposée dans (Pelay & Mercat, 2012), et aux terminologies qui y sont adoptées, il y a là un effort fait pour exprimer ces différences de rapport, au-delà de ce qui est par exemple proposé par Robert avec la distinction entre connaissances mobilisables et connaissances disponibles (Robert, 1998), et pour prendre en charge des rapports aux objets mathématiques qui ne sont pas d'ordre opérationnel ou qui sont très faiblement opérationnels. Comme cela a été souligné, il faut, dans les modélisations de l'action didactique, savoir prendre en compte des hiérarchies variables de sensibilités et des enjeux différents de ceux qui nous sont les plus familiers. Il faut savoir prendre en compte les questions de temps, avec la diversité des conditions et contraintes associées aux différentes formes d'action de vulgarisation et diffusion, l'affaiblissement des contraintes sur l'organisation des savoirs, bien mis en évidence dans (Rittaud 2015). Il faut prendre en compte la réduction radicale des contraintes d'évaluation et identifier les effets qui en résultent. Il faut mieux intégrer la dimension affective et esthétique des rapports aux mathématiques que la didactique française n'a tendance généralement à le faire, identifier et exploiter les leviers qui en résultent... Nous arrêterons là. Nous avons des outils qui ne demandent qu'à être exploités et perfectionnés au fil des recherches, mais énormément reste à faire dans un espace de praxéologies de recherche où ces questions sont très faiblement travaillées. Et nous voudrions, pour terminer ce texte, exprimer notre conviction que, pour relever ce défi, nous devons collaborer avec d'autres communautés, apprendre à mieux communiquer et travailler avec elles, comme nous avons su le faire en maintes occasions, aller vers elles, sans sous-estimer la richesse de leurs connaissances et expériences.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARTIGUE, M. (2015). Synergies entre activités périscolaires et scolaires : le potentiel didactique des jeux mathématiques. In Commission inter-IREM Pop'Math (Ed.), *Documents du colloque Les mathématiques, une culture pour tous !*, Toulouse, 4-6 juin 2015. [http://www.univ-irem.fr/IMG/pdf/synergies\\_periscolaire\\_scolaire.pdf](http://www.univ-irem.fr/IMG/pdf/synergies_periscolaire_scolaire.pdf)
- ARTIGUE, M. & BOSCH, M. (2014). Reflection on Networking through the praxeological lens. In A. Bikner-Ahsbahr & S. Prediger (Eds.), *Networking of Theories as a Research Practice in Mathematics Education* (pp. 249-266). New York : Springer.
- ASSUDE, T., FEULLADIEU, S. & DUNAND, C. (2015). Conditions d'évolution du rapport au savoir mathématique de jeunes « décrocheurs ». *Carrefours de l'éducation*, 40, 167-182.
- BARBEAU, E. & TAYLOR, J.P. (2009). *Challenging Mathematics In and Beyond the Classroom. The 16th ICMI Study*. New York : Springer.
- BIKNER-AHSBAHR, A., PREDIGER, S. (Eds.) (2014). *Networking of Theories as a Research Practice in Mathematics Education*. New York : Springer.
- BOSCH, M. & CHEVALLARD, Y. (1999). La sensibilité de l'activité mathématique aux ostensifs. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 19(1), 77-124.
- CHEVALLARD, Y. (1992). Concepts fondamentaux de la didactique: perspectives apportées par une approche anthropologique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 12(1), 73-112.
- CHEVALLARD, Y. (2002). Organiser l'étude. Ecologie & régulation. In J.-L. Dorier et al. (Eds.), *Actes de la 11<sup>e</sup> Ecole d'Eté de Didactique des Mathématiques* (pp. 41-56). Grenoble : La Pensée Sauvage éditions.
- CHEVALLARD, Y. (2008). Un concept en émergence : la dialectique des médias et des milieux. In G. Gueudet & Y. Matheron (Eds.), *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques 2007* (pp. 344-366). Paris : IREM de Paris.
- FIGLIOLI-VILMART, S., AUDIN, P., BELBACHIR, H., CHERIX, P.-A. & RITTAUD, B. (2015). Evaluer une action de vulgarisation en mathématiques. In L. Theis (Ed.), *Pluralités culturelles et universalité des mathématiques : enjeux et perspectives pour leur enseignement et leur apprentissage – Actes du colloque EMF2015 – Spé2* (pp. 909-917). <https://www.emf.unige.ch/files/9314/6410/3623/EMF2015SP2FIGLIOLIVILMART.pdf>
- FIGLIOLI-VILMART, S., BELBACHIR, H. & TANGUAY, D. (2015). Vulgarisation des mathématiques – Compte-rendu du projet spécial n°2. In L. Theis (Ed.), *Pluralités culturelles et universalité des mathématiques : enjeux et perspectives pour leur enseignement et leur apprentissage – Actes du colloque EMF2015 – Spé2* (pp. 903-908). <https://www.emf.unige.ch/files/3014/6410/3595/EMF2015BILANSP2.pdf>
- GODOT, K. (2005). *Situations recherche et jeux mathématiques pour la formation et la vulgarisation. Exemple de la roue des couleurs*. Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier – Grenoble 1. <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-00102171>
- GRENIER, D. & PAYAN, C. (1998). Spécificités de la preuve et de la modélisation en mathématiques discrètes. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 18(1), 59-100.
- OZANAM, J. (1694). *Récréations mathématiques et physiques*. Paris : Jombert.
- PELAY, N. (2011). *Jeux et apprentissages mathématiques. Elaboration du contrat didactique et ludique en contexte d'animation scientifique*. Thèse de doctorat, Université Lyon 1. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00665076>
- PELAY, N. & ARTIGUE, M. (2015). Vers des mathématiques vivantes : synergies entre activités périscolaires et scolaires. *Communication au Forum Mathématiques vivantes, de l'école au monde*. Paris, 21-22 mars 2015. [http://www.irem.univ-parisdiderot.fr/videos/vers\\_les\\_mathematiques\\_vivantes\\_synergies\\_entre\\_activites\\_periscolaires\\_et/](http://www.irem.univ-parisdiderot.fr/videos/vers_les_mathematiques_vivantes_synergies_entre_activites_periscolaires_et/)

- PELAY, N. & BOISSIERE, A. (2015). Vulgarisation et enseignement des mathématiques dans le jeu Dobble. In L. Theis (Ed.), *Pluralités culturelles et universalité des mathématiques : enjeux et perspectives pour leur enseignement et leur apprentissage – Actes du colloque EMF2015 – Spé2* (pp. 944-956).  
<https://www.emf.unige.ch/files/6014/6410/3671/EMF2015SP2PELAY.pdf>  
<https://www.emf.unige.ch/files/6014/6410/3671/EMF2015SP2PELAY.pdf>
- PELAY, N. & MERCAT, C. (2012). Quelle modélisation didactique de la vulgarisation des mathématiques. In J.-L. Dorier & S. Coutat (Eds.), *Enseignement des mathématiques et contrat social : enjeux et défis pour le 21<sup>e</sup> siècle — Actes du colloques EMF2012 – Spé4* (pp. 1914-1925).  
<https://www.emf.unige.ch/files/6114/5321/1224/EMF2012SPE4PELAY.pdf>
- POISARD, C. (2005). *Ateliers de fabrication et d'étude d'objets mathématiques, le cas des instruments à calculer*. Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille I.
- RITTAUD, B. (2015). Pour une « vulgaristique » des mathématiques. In L. Theis (Ed.), *Pluralités culturelles et universalité des mathématiques : enjeux et perspectives pour leur enseignement et leur apprentissage – Actes du colloque EMF2015 – Spé2* (pp. 957-962).  
<https://www.emf.unige.ch/files/7114/6410/3683/EMF2015SP2RITTAUD.pdf>
- ROBERT, A. (1998). Outils d'analyse des contenus mathématiques à enseigner au lycée et à l'université. *Recherches en didactique des mathématiques*, 18(2), 139-190.