

LA VULGARISATION DES MATHÉMATIQUES PAR LA MÉDIATION HUMAINE – EXEMPLE DU PALAIS DE LA DÉCOUVERTE

Romain ATTAL* – Pierre AUDIN* – Robin JAMET* – Guillaume REUILLER*

Résumé – « Montrer la science en train de se faire ». Avec ce slogan, affiché depuis sa création, par Jean Perrin en 1937, le Palais de la découverte est un exemple d'institution où l'on pratique la vulgarisation scientifique sous toutes ses formes (médiation humaine, expositions, Internet, revue, ...), en particulier dans le secteur des mathématiques. S'il y a de grandes différences entre ces pratiques et l'enseignement, le grand nombre de jeunes visiteurs que nous recevons seuls, en famille, entre amis, ou lors d'une sortie scolaire encadrée par des enseignants, montre que la vulgarisation des mathématiques participe aussi à la formation mathématique du public.

Mots-clefs : Palais de la découverte, tous publics, exposé, atelier, expérimentation

Abstract – "To display science in the making", such was the challenge imagined by Jean Perrin when he created the Palais de la découverte in 1937. Nearly twenty five years later, the place remains true to its original challenge as an institution specially devoted to the popularization of science. The example of the mathematics sector, with a variety of resources and workshops requiring trained staff, illustrates the role of a science centre in the diffusion of mathematical knowledge and its impact on visitors, especially the younger ones whether they come with their family or friends or in a school group.

Keywords: Palais de la découverte, visitors, talk, workshop, experiment

Le Palais de la découverte a été créé en 1937 par des scientifiques de renom, Jean Perrin en tête, bien sûr, mais aussi Emile Borel pour les mathématiques. Il s'agissait pour eux de montrer à la société la valeur de leur travail, la pertinence de l'investissement public dans la recherche scientifique, et aussi de susciter des vocations de chercheurs.

Dès l'origine, le but du Palais de la découverte était de montrer la science en train de se faire, ce qui pouvait s'entendre de différentes façons. Il y avait d'abord les conférences de scientifiques qui venaient au Palais de la découverte pour expliquer au public leurs travaux en cours. Il y avait aussi des démonstrateurs qui, face au public, réalisaient des expériences scientifiques : en ce sens la science était bien « en train de se faire » sous leurs yeux. Au fur et à mesure, les démonstrateurs sont devenus des « chargés d'exposés » puis des « médiateurs scientifiques ». Leurs activités se sont développées et diversifiées, mais le contact direct avec le public reste leur cœur de métier.

Le but de cette présentation est de décrire la vulgarisation en mathématiques telle que nous la pratiquons au Palais de la découverte, 75 ans après sa création, et de préciser les objectifs que nous poursuivons. La spécificité du Palais de la découverte étant la médiation humaine (comme en témoignent les dizaines d'exposés et ateliers proposés quotidiennement à notre public), nous avons volontairement choisi de n'aborder que cet aspect de notre travail, en occultant la médiation muséale, écrite et numérique.

I. UN MÉDIATEUR, DU PUBLIC, ET DES MATHÉMATIQUES

Notre offre de médiation humaine peut être classée de deux façons :

- du point de vue des publics : groupes scolaires en semaine et grand public pendant les week-ends et les vacances scolaires,
- du point de vue de nos pratiques : exposés, en « salle π » (figure 1), ou ateliers, en salle du « balcon des maths ».

* Membres du département de mathématiques du Palais de la découverte – France – math@palais-decouverte.fr

A chaque situation, son objectif.



Figure 1 – Un médiateur scientifique en « Promenade dans les mathématiques » (exposé grand public) en salle π © Palais de la découverte

1. L'exposé tous publics

Le déroulement d'un exposé tous publics peut varier beaucoup d'une séance à l'autre : notre volonté est de le personnaliser en tenant compte du public présent, de ses réactions au fur et à mesure de la séance. Chaque médiateur a alors une approche qui lui est personnelle et que son expérience lui permet d'améliorer au fil de ses rencontres. Le contenu et le déroulement exact de ces exposés ne sont pas fixés d'avance car ils dépendent des personnes présentes, de leurs goûts, de leur âge, de leur nombre et des interactions avec le médiateur.

Après les présentations d'usage, il est important d'établir un contact personnel avec les membres du public, qui permet de situer le niveau initial de l'exposé. Il s'agit de signaler aux personnes ayant déjà des connaissances mathématiques que l'exposé ne leur est pas directement destiné, car par principe, l'objectif est de permettre à toutes les personnes présentes de suivre. Il est bon de rappeler à tous les présents que les questions sont toujours bienvenues, même si cela oriente l'exposé dans une direction non prévue.

Beaucoup d'enfants assistent aux exposés tous publics, généralement de leur plein gré. Ceux que l'on force à venir font rapidement connaître leur ennui et le public est libre de quitter la salle à tout instant.

Il est essentiel de débiter l'exposé au niveau de connaissance le plus modeste, généralement celui des plus jeunes (ou des personnes qui ne font qu'accompagner d'autres, en étant persuadées qu'elles ne comprendront rien) afin de ne pas les perdre dès le début. Le niveau de l'exposé peut alors s'élever progressivement et même si certains « décrochent » en fin de parcours, le public accepte la plupart du temps de ne pas avoir tout compris, pourvu qu'il ait le sentiment qu'avec un petit effort supplémentaire il pourrait clarifier les points qui lui ont semblé obscurs. L'idéal serait que chaque visiteur sorte de l'exposé avec une idée intéressante qu'il puisse ramener à la maison, ou avec l'envie d'en savoir plus sur les thèmes abordés. Se donner comme objectif de tout faire comprendre à tout le monde nous condamnerait à rester au degré zéro du savoir. Chacun, même parmi ceux qui suivent le mieux, doit pouvoir trouver de l'intérêt à l'exposé.

Prenons comme exemple un exposé général sur les nombres. Selon les goûts du public, l'exposé peut prendre une tournure historique en retraçant l'évolution des systèmes de numération à travers les âges et les différentes civilisations, ou devenir plus technique en étudiant la classification des nombres (entiers naturels ou relatifs, rationnels ou réels...). Si

les plus jeunes sont encore attentifs, l'exposé peut aller plus loin : même avec un bagage mathématique modeste, il est possible d'aborder des domaines comme l'arithmétique modulaire, l'infini ou les nombres premiers, pourtant généralement relégués aux études supérieures. Après un exposé, le médiateur est parfois surpris du chemin parcouru avec des visiteurs qu'il ne connaissait pas une heure auparavant...

2. Les ateliers

Le concept a été créé par Jean Brette, ancien responsable du département de mathématiques, qui répondait ainsi à la demande de Michel Hulin, alors directeur du Palais de la découverte, de trouver le moyen de s'adresser à nos jeunes visiteurs. La plupart des visiteurs semblent intéressés par cette activité, nous faisons régulièrement des séances ouvertes à tous les publics, à partir de 9 ans et en accès libre : chaque visiteur vient quand il veut et repart quand il veut. Nous lui proposons comme test d'entrée un petit casse-tête constitué de deux pièces de bois, qui semble d'abord impossible et se révèle « trop facile » assez rapidement. Un casse-tête de deux pièces paraît de prime abord si simple que même ceux qui déclarent « n'avoir jamais rien compris aux mathématiques » se laissent tenter. L'objectif est de préparer le visiteur à des activités ludiques mais nécessitant un peu de réflexion.

Chaque activité se présente sous la forme d'un jeu ou d'un casse-tête, mais l'objectif n'est pas d'arriver à faire ce qui est demandé dans la règle du jeu. Le visiteur va chercher à comprendre la situation et c'est la démarche mathématique qu'il va mettre en œuvre pour résoudre le problème qui importe (notion de condition nécessaire et/ou suffisante, démonstration d'impossibilité, récurrence, etc.). En général, à la fin de la recherche, le jeu ne présente plus grand intérêt pour le visiteur.

Les situations proposées relèvent de l'arithmétique élémentaire, de la combinatoire, de la théorie des graphes, de la topologie. Par exemple, combien de trous y a-t-il dans un cube percé de part en part au centre de chaque face (figure 2) ? La discussion s'engage : le cube a 6 trous parce qu'il a 6 faces ; ou 3 trous parce qu'il y a 3 directions pour percer ; des trous en plus quand on regarde de l'intérieur ; un seul trou parce qu'ils communiquent tous ensemble au centre, etc. De l'importance de la définition pour pouvoir faire des mathématiques avec elle ... Et de l'importance de disposer d'un tableau, voire d'outils plus modernes, pour prolonger la discussion.



Figure 2 – Le cube troué, une des « récréations mathématiques » que nous soumettons à la sagacité de notre public. © Palais de la découverte / Christian Judéi

Ces ateliers ne sont pas des exposés : le médiateur scientifique n'est pas là pour développer un discours mais pour préciser la situation proposée, aider le visiteur dans sa démarche en lui posant des questions, ou lui permettre d'aller plus loin. Les échanges se font d'ailleurs autant entre élèves, entre parents et enfants, entre amis, ou même entre visiteurs qui ne se connaissent pas, qu'entre les visiteurs et le médiateur (figure 3).



Figure 3 – Les ateliers de « Récréations mathématiques », notamment parce qu'ils ne supposent quasiment aucune connaissance mathématique préalable, sont source d'échanges intergénérationnels très riches.

© Palais de la découverte / Guillaume Reuiller

3. La spécificité des mathématiques

Un enseignant de physique ne dispose pas dans sa classe d'un aimant de 1 tesla ou d'un générateur électrostatique permettant d'atteindre 300.000 volts. Au Palais de la découverte, un médiateur scientifique du département de physique a ces outils à sa disposition. La spécificité des mathématiques fait qu'un médiateur qui veut vulgariser cette discipline scientifique a beaucoup moins d'outils « spectaculaires » pour tenir en haleine son public... Il est donc assez légitime de se demander quels sont les moyens dont nous disposons pour nos activités de médiation humaine.

Au département de mathématiques nous ne faisons pas des gerbes d'étincelles mais les ateliers de menuiserie, de mécanique, de plasturgie peuvent réaliser des objets manipulables par le public ou par le médiateur qui permettent d'apporter du concret et de varier les supports de médiation. Par exemple, pour parler de hasard dans les mathématiques, nous avons fait fabriquer une planche de Galton (revisitée par Paul-Louis Hennequin) et une bouteille d'échantillonnage sphérique, que nous pouvons utiliser dans nos exposés tous publics ou pour les scolaires (figure 4).

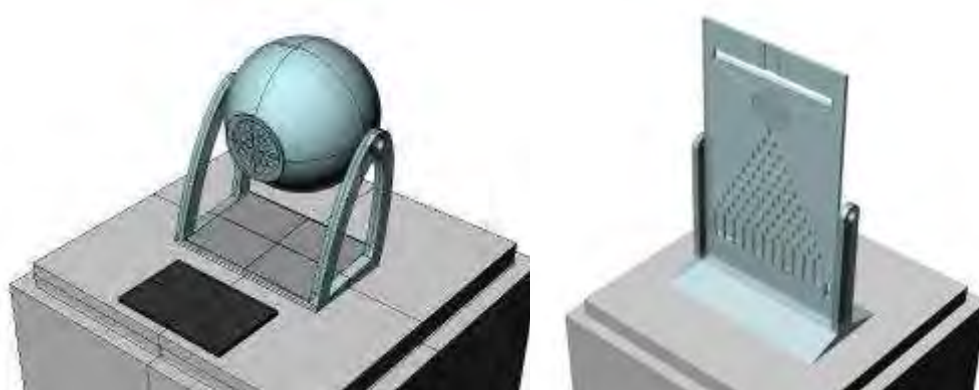


Figure 4 – Une bouteille d'échantillonnage et une planche de Galton

Ces objets sont un support utile, mais ce ne sont pas les seuls. Nous profitons des ouvertures possibles vers d'autres champs disciplinaires pour arriver à nos fins. Ainsi, une exposition temporaire sur la construction des pyramides nous a permis de mener, régulièrement et en direct avec le public, un algorithme de construction d'une pyramide « grand format » à l'intérieur du Palais de la découverte (figure 5).



Figure 5 – Un algorithme de construction d'une pyramide de 5 mètres de haut. © Palais de la découverte

4. Les spécificités du public scolaire

S'adresser à un groupe scolaire présente des avantages et des inconvénients. L'avantage évident, c'est que les connaissances mathématiques des élèves sont assez homogènes : des élèves de CM1 ne connaissent pas le théorème de Pythagore, et des élèves de Terminale ne sont pas forcément des virtuoses du théorème de Pythagore mais ils le connaissent. Il est donc plus facile de savoir comment poser le niveau mathématique du discours à tenir avec le public. Par ailleurs, ce public particulier va rester le temps prévu : il est captif, ce qui permet de prévoir la séance et de mieux la rythmer. Le revers de la médaille, c'est la motivation des élèves : elle n'est pas acquise, contrairement à celle du grand public, et si l'enseignant est sans doute motivé pour emmener ses élèves assister à un exposé ou un atelier de mathématiques, il est probable qu'il n'y a pas unanimité des élèves à ce sujet...

Cependant, les élèves sont mis dans une situation assez différente de leurs habitudes (figure 6) : ils ne sont pas dans leur classe, leur interlocuteur n'est pas l'enseignant, il n'est pas en mesure de les évaluer, et finalement leurs postures sont assez différentes aussi. Il n'est pas rare d'avoir après la séance des commentaires enthousiastes de l'enseignant sur le comportement inhabituel de tel ou tel de ses élèves.



Figure 6 – Un groupe scolaire en salle π . © Palais de la découverte / Philippe Lévy

II. LE RÔLE D'UN MÉDIATEUR SCIENTIFIQUE

1. Un médiateur scientifique n'est pas un enseignant

Un enseignant a en charge des élèves sur toute une année scolaire, parfois plusieurs années, et il doit évaluer des savoirs et des compétences afin de vérifier leur acquisition. Le médiateur scientifique s'adresse à un public qu'il ne connaît pas, qu'il rencontre seulement quelques minutes et qu'il ne reverra plus, même s'il y a des exceptions. Il a aussi des objectifs d'apprentissage, mais aucun moyen d'évaluer s'il y a réellement apprentissage ni quel

apprentissage. Faire acquérir des connaissances, en l'occurrence mathématiques, ne peut donc pas être l'objectif principal du médiateur scientifique. Mais alors quels sont ses objectifs ?

2. *Susciter la curiosité et l'émerveillement*

La culture mathématique, qui intègre aussi leur histoire et les ponts vers d'autres disciplines, scientifiques, artistiques ou humaines, est riche, foisonnante, vivante... et quasiment inconnue du grand public. Le médiateur scientifique en mathématiques est à la fois un défricheur et un déchiffreur : il s'immerge dans cette culture, l'explore pour y trouver des pépites susceptibles d'être comprises par un public non initié, de l'émerveiller et de lui donner envie de découvrir par lui-même le monde des mathématiques. Cela nécessite du temps pour se documenter et pour identifier, parmi tous les supports à notre disposition (site Internet, expositions, article pour la revue du Palais de la découverte, médiation humaine) le plus adapté et le plus à même de trouver son public.

Avec les groupes scolaires, puisque nous voulons montrer aux élèves que les mathématiques sont beaucoup plus vastes que ce qu'ils en voient à l'école, nous abordons des thèmes qui ne sont pas dans leurs programmes. Il serait illusoire de traiter en quelques minutes un thème du programme pour lequel l'enseignant dispose de plusieurs heures qui lui permettraient de l'approfondir. Bien sûr, les thèmes abordés ne sont pas toujours déconnectés des mathématiques que les élèves connaissent, mais les titres et les contenus sont clairement différents. Voici quelques exemples : « Escaliers, ananas et nombre d'or » ; « Le nombre π » ; « Du jeu aux mathématiques » ; « Pavages et cristaux » ; « Espaces et dimensions » ; « Mathématiques et arts » ; « L'infini en une heure » ; « Du déterminisme au chaos » ; etc.

L'ironie du sort, c'est que nous sommes parfois rattrapés par les programmes. Par exemple, nous sommes très sollicités par les enseignants de Seconde qui, à l'occasion de la nouvelle option MPS (Méthodes et Pratiques Scientifiques), ont besoin d'éléments sur la cryptographie, ou les rapports entre mathématiques et musique. Ils viennent alors avec leurs groupes pour que nous leurs proposons des pistes qu'ils vont explorer avec leurs élèves en classe.

3. *Répondre à une attente*

Il y a aussi une partie de notre public qui est déjà passionnée par les mathématiques. Pour eux, il ne s'agit pas de susciter la curiosité et l'émerveillement mais de répondre à leurs questions et leurs attentes. Parfois il s'agit d'attentes un peu forcées, comme des élèves qui mènent des travaux personnels, mais souvent il s'agit de demandes réellement motivées, comme des apprentis psychanalystes qui veulent comprendre les exemples disséminés dans les ouvrages de Lacan, ou de simples visiteurs heureux de nous rencontrer pour nous poser une question qui les hante et qu'il faut souvent aider à formuler. Avec nos visiteurs les plus brillants nous avons le plaisir d'élever le niveau de la discussion : c'est le cas lorsque nous recevons des lauréats de concours ou d'olympiades.

Parfois aussi, c'est une demande institutionnelle : lors de l'épidémie de grippe aviaire de 2007, le CNDP avait reçu pour mission de pouvoir diffuser des programmes télévisés pour les scolaires et la pauvreté du stock d'émissions mathématiques les a incités à venir filmer des émissions de culture mathématique au Palais de la découverte.

4. *Faire faire des mathématiques*

On ne comprend bien les mathématiques qu'en en faisant. Un de nos rôles est de permettre au public de « faire » des mathématiques, à la façon d'un chercheur, même si les questions

posées sont élémentaires. Le but est de faire comprendre à notre public qu'il est important de trouver des réponses mais qu'il est plus important encore d'avoir envie de (se) poser des questions et de trouver des méthodes pour les aborder. Et que face à un problème rencontré dans la vie courante, il peut être envisageable de chercher soi même une solution, et c'est même agréable.

5. *Les mathématiques font partie de la culture*

Quand un médiateur demande à une classe, lors d'un exposé, si quelqu'un a entendu parler de telle ou telle notion, il n'est pas rare que l'enseignant intervienne pour dire « non, ce n'est pas dans le programme » ou « nous ne l'avons pas encore fait ». Notre rôle est aussi de faire comprendre aux élèves et aux enseignants que l'on a le droit de s'intéresser aux mathématiques en dehors de l'école, grâce à des lieux comme le Palais de la découverte, ou à des magazines, des livres de vulgarisation, des conférences.

III. POUR QUELS RÉSULTATS ?

1. *Susciter des vocations ?*

Si beaucoup de scientifiques disent avoir reçu le virus de la science d'un enseignant qui les a marqués, nombreux sont les visiteurs (scientifiques, enseignants, ingénieurs...) qui témoignent du fait que la visite du Palais de la découverte a été déterminante pour leur orientation scolaire et pour leur choix de carrière. **(56 % des scientifiques parisiens de plus de 30 ans et 41 % des scientifiques parisiens de moins de 30 ans indiquent que le Palais de la Découverte a joué un rôle dans leur vocation scientifique.** Rapport n°354 par M. Philippe Adnot au Sénat le 27 juin 2007)

2. *Pour quels publics ?*

Le public que nous pouvons toucher, celui qui vient au Palais de la découverte de son plein gré ou poussé par un enseignant, est-il réellement le « grand public » ? On peut en douter. C'est pourquoi nous nous déplaçons volontiers vers des publics nouveaux pour les faire profiter de nos activités : Fête de la Science, Salon de la culture et des jeux mathématiques, Rencontres sciences et citoyens, Salon ADREP (animation et développement des relations école-profession), voire des événements internationaux (Caravane de la Science en Algérie, festival de science en Allemagne).

IV. CONCLUSION

Nous ne sommes pas au terme de nos activités de vulgarisation. Dans une société dite « de la connaissance », on peut supposer que notre métier de médiateur scientifique ira en se développant. Il nous incombe de participer à ce développement en formant d'autres médiateurs scientifiques ainsi que des enseignants qui suivent chaque année les formations que nous leur proposons.

Dans le cadre d'*Universcience*, l'établissement qui englobe désormais le Palais de la découverte, nous sommes amenés à construire une école de la médiation, en partenariat avec des universités. C'est dire que le Palais de la découverte suit le chemin montré par son fondateur en évoluant de concert avec la société.