

ARTIGO – DOSSIÊ – HISTÓRIAS SITUADAS DA MATEMÁTICA E DE SEU ENSINO

Les méthodes quantitatives dans les écrits de Guy Brousseau

Quantitative methods in the writings of Guy Brousseau

Os Métodos quantitativos nos escritos de Guy

Thomas De Vittori 

Résumé

S'il est bien connu que Guy Brousseau a posé, dès les années 1970-80, les bases théoriques sur ce que devait être la didactique des mathématiques, il est rarement rappelé que toutes ces premières réflexions fondamentales l'ont aussi amené à s'intéresser à de multiples méthodes, dont les approches dites quantitatives. C'est surtout dans le courant des années 1990 que Guy Brousseau se penche sérieusement sur les méthodes statistiques pour les analyses didactiques. En particulier, dans le cadre de la formation des enseignants et des futurs chercheurs en didactique de l'époque, il propose des cours de statistique qui leur sont spécifiquement destinés. Dans cet exposé, nous allons explorer quelques textes dans lesquels Guy Brousseau évoque l'intérêt du traitement statistique de données pour l'analyse didactique.

Mots-clés: Didactique des mathématiques; Statistique; France.

Abstract

Although it is well known that Guy Brousseau laid, as early as the 1970s–1980s, the theoretical foundations of what mathematics didactics should be, it is less often recalled that these early fundamental reflections also led him to take an interest in a wide range of methods, including so-called quantitative approaches. It was mainly during the 1990s that Guy Brousseau turned his serious attention to statistical methods for didactic analyses. In particular, within the context of the training of teachers and future researchers in didactics at the time, he offered statistics courses specifically designed for them. This article explores a few texts in which Guy Brousseau discusses the relevance of statistical data processing for didactic analysis.

Keywords: Mathematics education; Statistics; France.

Resumo

Embora seja amplamente conhecido que Guy Brousseau estabeleceu, já nas décadas de 1970 e 1980, as bases teóricas do que deveria ser a didática da matemática, raramente se lembra que essas primeiras reflexões fundamentais também o levaram a se interessar por uma multiplicidade de métodos, entre eles as chamadas abordagens quantitativas. Foi sobretudo ao longo da década de 1990 que Guy Brousseau passou a se dedicar de maneira mais sistemática aos métodos estatísticos aplicados às análises didáticas. Em particular, no contexto da formação de professores e de futuros pesquisadores em didática naquela época, ele propôs cursos de estatística especificamente voltados para esse público. Neste artigo, são explorados alguns textos nos quais Guy Brousseau aborda o interesse do tratamento estatístico de dados para a análise didática.

Palavras-chave: Educação matemática; Estatística; França.

1. RESULTATS ET ROBUSTESSE EN DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES

Dans toute science, fusse-t-elle humaine, apparaît naturellement le besoin de définir ce qu'on considère comme un résultat et, le cas échéant, de déterminer la portée de celui-ci. Pour la didactique des mathématiques qui interroge les apprentissages scolaires et les gestes professionnels, la question du transfert de la recherche vers les pratiques d'enseignement est au cœur de la structuration de ce champ de recherche. Dans la définition qu'elle propose dans l'*Encyclopædia Universalis*, Douady écrit par exemple :

La didactique a-t-elle pour le moment des répercussions sur l'enseignement ? La réalisation de processus didactiques conçus à des fins expérimentales implique de vrais élèves, un vrai enseignant, réunis dans une vraie classe. La déontologie laisse une faible marge de manœuvre à l'expérience. Les élèves doivent avoir appris au moins autant que s'il n'y avait pas eu d'intervention extérieure. Ces propositions fabriquées peuvent se révéler fructueuses pour les élèves à leur évaluation. Sont-elles pour autant transposables au système d'enseignement, dans toute sa généralité et toute sa réalité ? Pas de façon évidente, en tout cas. (Douady, 2021, section Didactique et enseignement)

Dans cette partie de sa définition de la didactique des mathématiques, Douady souligne que, à l'image de la plupart des sciences humaines, l'expérience de laboratoire n'existe pas vraiment. En effet, pour étudier des apprentissages scolaires, il convient de se situer dans le système scolaire. Or, comme elle le rappelle, il n'y a, dans un tel contexte, que peu de place pour expérimenter pour des raisons déontologiques évidentes. Historiquement, l'entrée méthodologique en didactique s'est donc très rapidement centrée sur des analyses qualitatives qui peuvent être réalisées dans des situations ordinaires ou dans des expérimentations qui perturbent peu la vie de classe. Toutefois, la faisabilité des recherches didactiques étant ainsi assurée, la question de la portée des résultats reste entière. Au milieu des années 1990, Johsua fait une proposition de réponse qui, encore de nos jours, est généralement considérée comme satisfaisante. Dans son article intitulé très directement *Qu'est-ce qu'un résultat en didactique des mathématiques ?*, Johsua (1996) propose de définir un résultat comme un bloc qui comprend des analyses de données empiriques saisies dans un cadre théorique explicatif, et c'est ce bloc, pris comme un tout, qui est doté éventuellement d'une certaine stabilité dans des contextes semblables. Cette définition peut également être déclinée sous forme de critères et Johsua (1996) en suggère alors trois :

Critère n° 1 : un résultat en didactique est un bloc composé d'un cadre théorique explicite et de données empiriques ;

Critère n° 2 : à l'intérieur de ce bloc, il est nécessaire que le résultat résiste, qu'il soit stable [...] qu'il résiste aux faits dans des contextes semblables ;

Critère n° 3 : mais pour qu'il soit vraiment considéré comme un résultat, il faut qu'il puisse aussi se dégager notablement du cadre où il a été produit. (Johsua, 1996, p. 205)

Le premier critère est une simple réécriture de la définition. Il est avant tout méthodologique. Son rôle est d'assurer la présence d'un cadre théorique qui va permettre d'interpréter les faits observés en classe. Les critères 2 et 3 posent la question de la généralité. En effet, pour pouvoir certifier qu'on a bien un résultat, il faut pouvoir dépasser d'une part les biais individuels (i.e. avoir le même résultat avec d'autres élèves dans une situation similaire) et d'autre part les biais de contexte (i.e. avoir le même résultat sur d'autres expérimentations). La validation de ces deux derniers critères, assez immédiate pour des études quantitatives, est particulièrement problématique pour les approches qualitatives. Dans ce contexte, quantitatif et qualitatif vont s'opposer l'un à l'autre et Artigue (1988) explique que le paradigme des études quantitatives n'est pas celui de l'ingénierie didactique qui se situe, à l'opposé, dans le registre des études de cas et dont la validation est interne. Une très large part des recherches en didactique des mathématiques dans la tradition dite française (Blum et al., 2019) s'inscrit dans cette approche centrée sur les méthodes qualitatives, fondées sur la confrontation entre analyse *a priori* et analyse *a posteriori* d'une situation d'enseignement des mathématiques.

Sachant la difficulté à implémenter une expérimentation dans plusieurs classes simultanément, une approche quantitative a-t-elle un sens aux échelles à laquelle travaille généralement la didactique ? À l'aube des

années 1980, le didacticien des mathématiques français Guy Brousseau (1933-2024) avait engagé cette réflexion, accompagnée d'actions de formation à destination des enseignants et des jeunes chercheurs, sur la place des statistiques dans le questionnement didactique. Ce sont quelques exemples de ces documents qui seront présentés dans la suite de cet article car ils constituent un témoignage important d'une étape un peu oubliée de la naissance de ce champ de recherche qu'est la didactique des mathématiques. On pourra retrouver l'ensemble des documents sur le site des archives de Guy Brousseau, conservé et maintenu par l'Association pour la Recherche en Didactique des Mathématiques (ARDM), dans le dossier n°13 « Les cours de statistique du COREM »¹.

2. GUY BROUSSEAU ET LES STATISTIQUES

Brousseau (1988 ; 2002) est connu principalement pour la création, le développement et la diffusion de la *Théorie des Situations Didactiques* (TSD), un cadre théorique propice aux études qualitatives des apprentissages mathématiques en contexte scolaire. Mais au-delà de ces considérations visant à l'élaboration d'un système pour l'analyse qualitative des situations d'apprentissage scolaire, Brousseau, dans une grande partie de sa carrière, a aussi exploré et promu une réflexion sur les statistiques autour de deux axes. Il s'intéressait, d'une part, à l'apprentissage par les élèves, mais aussi par les enseignants, des statistiques comme chapitre mathématique au même titre que l'algèbre ou la géométrie, et d'autre part, à l'utilisation des méthodes statistiques dans la recherche en didactique. C'est ce dernier point qui va nous intéresser. Dans ce domaine, plusieurs supports de synthèse sur une grande variété d'outils statistiques usuels ont été produits et commentés ensuite par Brousseau lui-même (Brousseau, 1993). On peut citer son *Cours de statistiques pour les élèves-professeurs* (1992) qui, comme son titre l'indique est un cours d'initiation aux statistiques pour les futurs-enseignants en vue de les aider à les utiliser pour étudier les résultats des élèves. L'année suivante, Brousseau complète ce cours par des *Fiches de Statistiques non paramétriques pour la Didactique* (1993, révisées en 2014) dans lesquelles sont présentées les bases de la statistique mais aussi différents tests comme le test du khi2, Q de Cochran, le test U de Mann-Whitney, le test de Wilcoxon, les coefficients de corrélation rho de Spearman et tau de Kendall, mais aussi un rappel du classique test t de Student-Fisher dans le cas paramétrique. Enfin, on peut évoquer le dossier intitulé *Analyse de données en didactique* (1993) qui vise à enrichir la réflexion sur la recherche en didactique par des enjeux de méthode (types de données, types de questions de recherche, etc.) et des outils plus élaborés comme les *Analyses en Composantes Principales* (ACP) et les *Analyses Factorielles* (AF), mais aussi les classifications hiérarchiques jusqu'à l'*Analyse Statistique Implicative* (ASI). Brousseau écrit alors dans sa version révisée en 2015 du préambule au dossier sur les statistiques qu'il s'agissait, entre autres, de pouvoir « observer des événements didactiques et se poser des questions auxquelles on pouvait tenter de répondre par des procédés statistiques appropriés aux effectifs de deux classes d'un même niveau » (Brousseau, 2015, p.1).

L'enjeu des études statistiques sur de petits échantillons était donc au cœur du projet didactique, en particulier dans une approche comparative (entre deux classes par exemple). S'il ne s'agit en aucun cas de céder à l'illusion d'une « méthode qui répondrait directement à une démarche purement théorique et qui établirait, d'un coup, la validité empirique », Brousseau (2015, p.1) insiste sur l'intérêt de concevoir les outils statistiques comme partie intégrante du métier pour les chercheurs en didactique, « un réflexe professionnel, un moyen d'orienter et de perfectionner leurs questions et leurs concepts » (Brousseau, 2015, p.2). Pour lui, une bonne connaissance des statistiques doit permettre au chercheur en didactique tout autant de poser des questions décidables par une étude quantitative qu'à se méfier des arguments statistiques pris hors compréhension fine du contexte d'expérimentation. Il souligne à ce stade que les statistiques non paramétriques sont particulièrement efficaces pour ce type d'approches, à savoir le plus souvent sur des petits échantillons dont les données d'observation ne suivent pas une distribution normale. Ces éléments bibliographiques ainsi précisés, il convient maintenant d'entrer dans les détails de quelques recherches menées par Brousseau selon cette approche.

¹ <https://ardm.eu/guy-brousseau/guy-brousseau.com/3054/dossier-n°13-«-les-cours-de-statistique-du-corem-»-2015/index.html>

2.1 L'exemple de l'apprentissage de la technique de la multiplication

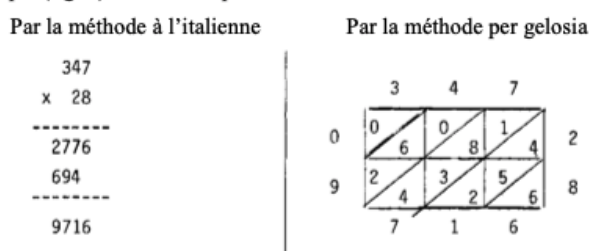
Brousseau a laissé peu de traces de résultats d'expérimentations dans lesquelles il mettrait en œuvre des analyses statistiques. Il évoque pourtant assez volontiers des travaux qu'il aurait menés dès les années 1960. Ainsi, dans une note intitulée *Problèmes et résultats de Didactique des Mathématiques* (1994), Brousseau interroge une nouvelle fois ce que doit être un résultat de didactique, et comment on l'obtient. Il écrit (Brousseau, 1994) alors que, dans les années 60, il a pu prouver que la disposition scolaire des calculs de la multiplication et de la division en France, diminue leur fiabilité en favorisant l'apparition de certaines erreurs. Brousseau évoque une recherche menée à partir d'un calcul ergonomique élémentaire qui visait à prévoir les progrès qui résulteraient d'un changement de technique pour une multiplication posée. Il souligne alors que les progrès des élèves étaient assez spectaculaires et que les résultats ont été publiés dans les actes d'un colloque des sciences de l'éducation. C'est ce document que nous allons détailler maintenant car il est le seul, à l'exception de quelques passages de sa thèse d'État de 1986, à présenter une étude vraiment publiée par Brousseau qui s'appuie sur une analyse statistique.

Comme indiqué précédemment, dans le texte dont il va être question maintenant, Brousseau (1973) s'intéresse aux techniques de calculs enseignés à l'école. Il cherche plus particulièrement à améliorer le calcul du produit de deux nombres entiers naturels. L'article est en deux parties. La première, qui va nous intéresser ici, relate les résultats d'une expérience menée par Brousseau à Bordeaux dans le cadre d'une recherche sur les conditions d'apprentissage des algorithmes et du raisonnement. La deuxième porte sur la manière dont doit être implémentée en classe une approche qui permettrait aux élèves de se constituer progressivement une méthode de calcul du produit de deux entiers naturels, sans qu'aucune technique ne leur soit communiquée ni qu'aucun entraînement formel au calcul ne soit exigé d'eux. Même si elle est assez représentative des réflexions de Brousseau sur l'enseignement des mathématiques, comme cette partie ne comprend aucune analyse quantitative, elle ne sera pas détaillée ici. Le texte est disponible en ligne pour le lecteur intéressé². Qu'est-ce que propose Brousseau dans l'expérimentation décrite dans la première partie ?

Pour cette expérience, Brousseau a préparé une épreuve comportant un certain nombre de multiplications qui a été présentée à 600 élèves de 9 à 11 ans. Un contrôle a été fait sur d'éventuelles variables pouvant influencer les résultats comme la fatigue, le QI, le niveau de compétence de l'enseignant, l'origine socioculturelle des élèves, etc. Une fois l'échantillon contrôlé, tous les enfants ont calculé avec la méthode dite « à l'italienne » (Fig. 1) traditionnellement enseignée à l'école. Dans un deuxième temps, a été enseignée à certains d'entre eux la méthode dite « *per gelosia* » (Fig. 1) pendant environ une heure. Brousseau constate alors un progrès très net (test t de Student-Fisher très significatif) dans les résultats, avec beaucoup moins d'erreurs sans différence apparente dans le temps d'exécution.

Figure 1 – Les deux techniques de calcul pour la multiplication

Voici par exemple (fig. 1) le calcul du produit 347×28

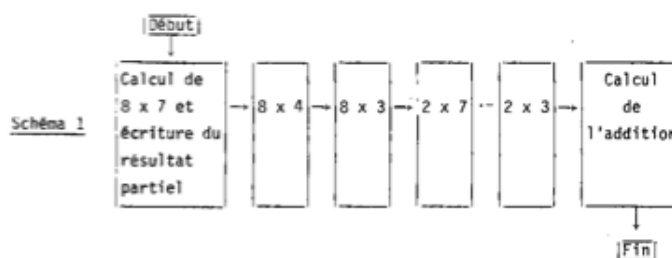


Source : Brousseau (1973, p.2)

²<https://ardm.eu/guy-brousseau/guy-brousseau.com/1417/peut-on-ameliorer-le-calcul-des-produits-de-nombres-naturels-1973/index.html>

Ce qui intéresse alors Brousseau, c'est de comprendre pourquoi la technique *per gelosia* permet aux élèves de mieux réussir alors même qu'elle vient juste de leur être enseignée. Il s'engage alors dans la recherche d'un modèle qui permettrait de rendre mesurables les différentes étapes du calcul pour chacune des méthodes afin de justifier et de prévoir le gain en efficacité pour les élèves. L'idée de Brousseau est de commencer par décomposer les deux algorithmes en étapes élémentaires et de représenter la suite de ces étapes par ce qu'il nomme un « ordinogramme » (Fig. 2).

Figure 2 – Suite des opérations élémentaires pour le calcul de 347×28



Source : Brousseau (1973, p.3)

Dans les deux cas, il faut calculer successivement tous les produits partiels 8×7 ; 8×4 ; 8×3 ; 2×7 ; 2×4 ; 2×3 dans cet ordre avec la première méthode et dans un ordre quelconque pour la seconde. Brousseau note alors qu'au final, il faut calculer $p \times q$ produits partiels avant le calcul de l'addition. Il nomme taille de l'opération, ce produit $p \times q$. Par exemple, l'opération de la Fig. 1 est de taille 6. Une fois la décomposition trouvée, la deuxième étape de l'étude est de construire une prédiction à partir du modèle. Pour cela, Brousseau va s'intéresser à la probabilité d'erreur à chaque étape, et plus exactement au complémentaire de cette probabilité, qu'il va appeler la fiabilité. Brousseau pose alors quelques définitions :

Dans le cas présent nous nous contenterons d'un modèle grossier et nous supposons que le sujet accomplit successivement $p \times q$ fois une même tâche (boucle)

- sans erreur sur l'ordre ou la nature de ces tâches successives.

Nous supposons aussi

- qu'au cours de chaque boucle k , le calcul (nous dirons l'actualisation) d'une formule élémentaire est l'occasion d'erreurs qui se manifestent avec une certaine fréquence x_k

- que x_k est la manifestation aléatoire d'une probabilité d'erreur e_k : probabilité que l'élève se trompe à la k ème boucle (à distribution gaussienne)

- que les épreuves (les boucles) successives sont indépendantes (l'erreur au rang k ne dépend pas des résultats aux rangs précédents).

- que toutes les probabilités sont égales à e que nous appellerons erreur locale. (Brousseau, 1973, p. 4)

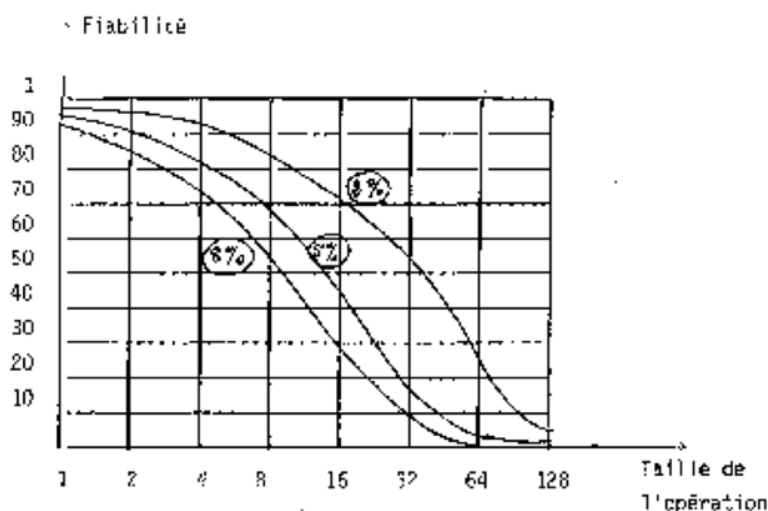
L'idée qui guide ces définitions est que des élèves peuvent commettre des erreurs sur l'une ou l'autre des multiplications à un chiffre qui apparaît dans chacun des algorithmes. En relevant la fréquence des erreurs, par exemple sur le deuxième calcul 8×4 , et en supposant que la distribution n'est pas biaisée, on peut construire une probabilité e_2 qui correspond à la probabilité qu'un élève se trompe à cette étape. On réitère ce processus pour chaque étape (appelée boucle par Brousseau). Si toutes les probabilités dans les différentes boucles sont égales, Brousseau pose e la probabilité de se tromper sur ce type de calcul, ce qu'il appelle l'erreur locale. À partir de là, Brousseau va pouvoir définir la fiabilité, c'est-à-dire la probabilité qu'un élève ne se trompe et donc de réussir la tâche, ici une multiplication à plusieurs chiffres, demandée. Dans le cas général où les probabilités d'erreur diffèrent selon le calcul effectué, on peut définir une fiabilité pour chacun de ces calculs par $1 - e_k$, où e_k est la probabilité de se tromper à la boucle k . Brousseau définit alors la fiabilité globale F comme le produit

de toutes les fiabilités sur l'ensemble des boucles requises pour le calcul. On obtient ainsi, en notant e_g l'erreur globale :

$$F = 1 - e_g = \prod_{k=1}^{k=p \times q} (1 - e_k)$$

Dans le cas où toutes les probabilités d'erreur sont égales à e , la formule se simplifie et on aura $F = 1 - e_g = (1 - e)^{p \times q}$. L'intérêt d'une telle approche probabiliste, c'est qu'elle permet de vérifier la pertinence du modèle sur des jeux de données réelles ou simulées. Brousseau effectue ainsi quelques simulations pour estimer la fiabilité F pour différentes valeurs, 2%, 5%, et 8%, de e (Fig. 3).

Figure 3 – Courbes de fiabilité simulées pour des taux d'erreur de 2%, 5%, et 8% en fonction de la taille de l'opération



Source : Brousseau (1973, p.7)

Il obtient des courbes logistiques (Fig. 3) tout à fait conformes à ce qui peut être observé en théorie des tests comme avec les modèles de Rasch par exemple.

Le modèle étant construit, la dernière étape est d'essayer de le faire fonctionner pour anticiper les réussites et échecs des élèves dans une classe entière. Brousseau suggère de se fixer un seuil de réussite significatif de la réussite des apprentissages. Ce seuil est évidemment arbitraire et pourrait être fixé à 70% comme à 95%. Il s'agit alors de comparer la fiabilité calculée dans le cas de la technique traditionnelle avec celle pour la technique *per gelosia*. La taille des opérations proposées aux enfants de cet âge est assez généralement comprise entre 8 et 16, donc Brousseau va se focaliser sur ces deux types de calculs. Le but étant de mesurer le gain lié à l'introduction de la technique *per gelosia* en identifiant le nombre d'élèves qui passeraient au-dessus du seuil de fiabilité en adoptant cette technique. Brousseau considère une classe ordinaire de 25 élèves répartis en 6 groupes dont les fiabilités locales moyennes e_{SR} (calcul sans retenue), et e_{AR} (calcul avec retenue) seraient connues, avec les effectifs de chaque groupe d'élèves correspondant à chacune des 6 valeurs. On obtient un tableau général dans lequel on peut calculer à la fois la fiabilité pour chaque groupe, chaque algorithme et chaque taille d'opération (Fig. 4).

Pour bien lire ce tableau, il convient de rappeler certaines nouvelles notations introduites par Brousseau à cette occasion. Il note N le nombre d'élève par groupe de niveau, e_{SR} le taux d'erreurs (en %) pour un calcul sans retenue, e_{AR} le taux d'erreurs (en %) pour un calcul avec retenue, F_A la fiabilité avec l'ancienne technique (c'est-à-dire avec la méthode traditionnelle), F_N fiabilité avec la nouvelle technique (méthode *per gelosia*), et enfin l'amélioration des performances $F_N - F_A$. Si on considère par exemple les trois dernières colonnes du tableau, on y

Figure 4 – Application du modèle à une classe simulée de 25 élèves

N	e_{SR}	e_{AR}	Taille 8		Amélioration de la fiabilité	Taille 16		Amélioration de la fiabilité
			F_A $(1-e_{SR})^2(1-e_{AR})^6$	F_N $(1-e_{SR})^8$		F_A $(1-e_{SR})^4(1-e_{AR})^{12}$	F_N $(1-e_{AR})^{16}$	
5	0,3	2	0,87	0,97	10 %	0,75	0,94	19 %
7	0,5	4	0,76	0,96	20 %	0,57	0,92	35 %
6	1	7	0,62	0,92	30 %	0,39	0,85	46 %
3	2	9	0,53	0,85	32 %	0,27	0,72	45 %
1	4	11	0,45	0,72	27 %	0,17	0,52	35 %
3	8	15	0,36	0,52	16 %	0,10	0,27	17 %
25 élèves	Moyenne 1,8	Moyenne 6,55						
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)

Source : Brousseau (1973, p.9)

trouve l'exemple du calcul de la fiabilité F_A , pour une multiplication nécessitant 16 produits intermédiaires dont 4 avec une retenue avec la méthode à l'italienne (c'est l'expression $(1 - e_{SR})^4(1 - e_{AR})^{12}$ en en-tête), et celui de la fiabilité F_N avec la méthode *per gelosia* dans laquelle aucun calcul avec retenue n'intervient par construction (on notera ici une faute de frappe, pour F_N , il faut lire $(1 - e_{SR})^{16}$ en en-tête). Brousseau remarque que l'amélioration de la fiabilité est plus forte pour les élèves moyens (dernière colonne du tableau). Pour évaluer l'impact global du changement de méthode, il suffit alors de déterminer le nombre d'élèves dont la fiabilité est au-dessus du seuil de réussite choisi avec l'ancienne technique et de le comparer avec celui pour la nouvelle. Dans son texte, Brousseau prend l'exemple d'un seuil à 70%. On obtient alors pour une taille d'opération égale à 8, 12 élèves (5 + 7, colonne N) dont la fiabilité F_A (avec l'ancienne technique) sera supérieure à 0,7 et 22 élèves (5 + 7 + 6 + 3 + 1, colonne N) dont la fiabilité F_N (avec la nouvelle technique) sera supérieure à 0,7. On peut donc prédire une nette amélioration avec 22 élèves, soit 88%, en situation de réussite au lieu de 12 élèves, soit 48%. Brousseau évoque alors un gain pédagogique potentiel de 40% (88 – 48).

Comme on a pu le voir, la modélisation proposée par Brousseau permet de prévoir les effets d'un changement dans l'enseignement de la multiplication. D'après l'auteur, ces résultats se sont confirmés sur des données empiriques mais malheureusement, lesdites données ne sont pas présentes dans l'article. Brousseau (1973, p.10) conclut simplement en disant que « l'apprentissage rapide de la méthode *per gelosia* donne des résultats excellents. »

3. Conclusion

Même si, comme le reconnaît Brousseau, l'exemple pris dans son texte reste un peu naïf, il vise à mettre en évidence les différentes manières dont les probabilités et les statistiques peuvent être engagées dans l'analyse des phénomènes didactiques. Cette nouvelle approche permet d'appréhender les facteurs pertinents de la situation présentée à l'élève, de construire des modèles du comportement d'un élève, de proposer des modèles d'apprentissage, ou encore de mettre en œuvre des méthodes de validations de ces modèles. Dans la pratique, chaque observation soulève de nombreux problèmes, mais Brousseau note qu'il se dégage de l'exemple de l'apprentissage de la technique de la multiplication une méthodologie scientifique qui peut servir à améliorer l'enseignement. Les statistiques constituent alors un outil incontournable de cette approche ce qui nécessite à la

fois des données mais aussi une expertise certaine. Comme cela a été rappelé au début de cet article, le cours de statistiques aux étudiants de master en didactique des mathématiques débuta dès 1975 par des fiches d'exemples de calcul couvrant un large spectre de méthodes adaptées à de petits échantillons (analyses factorielles méthodes non paramétriques, etc.). Pour éviter toute erreur dans cet enseignement, Brousseau a très vite fait appel au mathématicien Régis Gras (1933-2022). Gras s'investit pleinement dans ce projet non seulement en relisant et enrichissant les supports de cours de Brousseau, mais aussi en étudiant les données produites dans le cadre de l'ensemble des expérimentations menées par son collègue didacticien. En effet, dès 1973, Brousseau fonde le Centre d'Observation et de Recherches sur l'Enseignement des Mathématiques (COREM). Le COREM, dont l'activité perdurera jusqu'en 1998 consiste en un partenariat avec les Écoles Michelet de Talence et plusieurs collectifs d'enseignants (Orús, 2024). Durant près de 25 ans, une quantité importante de ressources ont été développées au sein de ce véritable laboratoire de recherche en didactique des mathématiques. Plus de 1450 enfants ont fréquenté l'école entre 1973 et 1998, et ils ont donc laissé les traces de 36250 années de travail scolaire d'un enfant. Comme le rappelle Brousseau, l'analyse des données recueillies au COREM a pu ainsi contribuer partiellement à la naissance de l'*Analyse Statistique Implicative* (Gras et al., 2017), une nouvelle méthode statistique développée par Gras dans les années 70-75.

Notons pour terminer que Brousseau n'était toutefois pas dupe quant à la portée réelle de ses résultats de recherche, fussent-ils étayés par des analyses statistiques. Ainsi, comme il l'écrit :

Je considère ces travaux comme un résultat, modeste mais incontestable, de micro didactique.

Vous ne serez pas surpris d'apprendre que ce texte n'a eu aucune influence sur l'enseignement. Je n'ai pas essayé de « faire passer » ma proposition car changer une pratique en usage dans une institution de cinquante millions de membres est un autre problème, un problème de macro didactique. (Brousseau, 1994, p.3)

Brousseau distingue ainsi deux niveaux quant aux enjeux de la recherche en didactique. D'une part les études sur certains phénomènes d'apprentissage, qu'il qualifie de micro-didactiques, et d'autre part de la question de l'essaimage et de l'appropriation de nouvelles méthodes par les enseignants à l'échelle d'un système éducatif entier, ce qu'il nomme macro-didactique. Mais même si l'impact sur les pratiques n'est pas immédiat et souvent très limité, pour Brousseau, cela ne met pas en cause l'intérêt d'une recherche spécifique sur les phénomènes d'apprentissage spécifiques à cette discipline scolaire que sont les mathématiques. Le champ de la didactique des mathématiques était fondé et il est plus que jamais vivant de nos jours. Brousseau fait alors de cette volonté d'amélioration des systèmes éducatifs l'un des enjeux majeurs de la didactique des mathématiques. Comme il l'écrit et nous terminerons sur cette citation :

Déclaration 9 : La didactique des mathématiques doit proposer les moyens scientifiques de légitimer (ou non) les décisions et les actions des mathématiciens en matière d'enseignement de leur discipline. (Brousseau, 1994, p.3)

REFERENCES

- ARTIGUE, Michèle. Ingénierie didactique. **Recherches en Didactique des Mathématiques**. 9(3), 1988.
- BLUM, Werner ; ARTIGUE, Michèle ; MARIOTTI, Maria Alessandra ; STRAßER, Rudolf, VAN DEN HEUVEL-PANHUIZEN, Marja. **European Traditions in Didactics of Mathematics**. Springer, 2019. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-05514-1>
- BROUSSEAU, Guy. Peut-on améliorer le calcul des produits des nombres naturels ? **Actes du 3e congrès des sciences de l'éducation « Apports des disciplines fondamentales aux sciences de l'éducation »** (Vol. 1, pp. 361-378). Paris: EPI, 1973. <https://hal.science/hal-00556415v1/document>
- BROUSSEAU, Guy. **Théorie des Situations Didactiques**. La pensée sauvage, 1998.

BROUSSEAU, Guy. **Fiches de Statistiques non paramétriques pour la Didactique**. LADIST, Université Bordeaux 1, 1993. Disponível em: https://ardm.eu/guy-brousseau/guy-brousseau.com/wp-content/uploads/2014/11/Fiches_statistiques_non_paramétriques_pour_la_didactique.pdf. Acesso em: 23 mar. 2022.

BROUSSEAU, Guy. **Problèmes et résultats de Didactique des Mathématiques**. 1994. Disponível em: <https://ardm.eu/guy-brousseau/guy-brousseau.com/wp-content/uploads/2011/11/WASH8c.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2022.

BROUSSEAU, Guy. **Theory of didactical situations in mathematics** (Edited and translated by N. Balacheff, M. Cooper, R. Sutherland, & V. Warfield). Springer, 2002. <https://doi.org/10.1007/0-306-47211-2>

BROUSSEAU, Guy. **Les origines et la conception de la recherche « fondamentale » en Didactique de la Statistique**, 2015. Disponível em: <https://ardm.eu/guy-brousseau/guy-brousseau.com/wp-content/uploads/2014/11/Les-origines-et-la-conception-de-la-recherche-%C2%AB-fondamentale-%C2%BB.docx>. Acesso em: 23 mar. 2022.

DOUADY, Régine. **Mathématiques (didactique des)**. *Encyclopædia Universalis*, 2021. Disponível em: <http://www.universalis-edu.com/encyclopedia/mathematiques-didactique-des/>. Acesso em: 6 dec. 2021.

GRAS, Régis ; REGNIER, Jean-Claude ; LAHANIER-REUTER, Dominique ; MARINICA, Claudia ; GUILLET, Fabrice. **L'analyse statistique implicative**. 3^e édition. Cépaduès, 2017

JOHSUA, Samuel. Qu'est-ce qu'un « résultat » en didactique des mathématiques ? **Recherches en Didactique des Mathématiques**, 16(2), 1996

ORUS, Pilar. Le COREM, mon milieu adidactique d'apprentissage de la Didactique des Mathématiques. **Éducation & didactique**. 18(1), 183-184, 2024. <https://doi.org/10.4000/11nyh>

Apêndice – Detalhes Editoriais

Histórico

Submetido: 11/12/2025

Aprovado: 22/05/2026

Publicado: 28/05/2026

Como citar esse artigo (ABNT)

DE VITTORI, Thomas . Les méthodes quantitatives dans les écrits de Guy Brousseau. **REMATEC – Revista de Matemática, Ensino e Cultura**, Belém/PA, n. 57, e2026007, 2026. <https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2026.n57.e2026007.id862>

Como citar esse artigo (APA)

De Vittori, T. (2026). Les méthodes quantitatives dans les écrits de Guy Brousseau. *REMATEC – Revista de Matemática, Ensino e Cultura*, (57), e2026007. <https://doi.org/10.37084/REMATEC.1980-3141.2026.n57.e2026007.id862>

Financiamento

Não se Aplica.

Conflito de Interesse

Os autores declararam não haver nenhum conflito de interesse de ordem pessoal, comercial, acadêmica, política de financeira referente a este artigo.

Contribuição dos Autores

Resumo/Abstract/Resumen/Résumé: Thomas De Vittori; **Introdução ou Considerações iniciais:** Thomas De Vittori; **Referencial teórico:** Thomas De Vittori; **Metodologia:** Thomas De Vittori; **Análise de dados:** Thomas De Vittori; **Discussão dos resultados:** Thomas De Vittori; **Conclusão ou Considerações finais:** Thomas De Vittori; **Referências:** Thomas De Vittori; **Revisão do manuscrito:** Thomas De Vittori; **Aprovação da versão final publicada:** Thomas De Vittori.

CRediT – Taxonomia de Papéis de Colaborador – <https://credit.niso.org/>.

Direitos Autorais

Os direitos autorais são mantidos pelos autores, os quais concedem à **REMATEC – Revista de Matemática, Ensino e Cultura** os direitos exclusivos de primeira publicação. Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos neste periódico. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicado nesta revista (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial nesta revista. Os editores da **REMATEC – Revista de Matemática, Ensino e Cultura** têm o direito de realizar ajustes textuais e de adequação às normas da publicação.

Open Access

Este artigo é de acesso aberto (**Open Access**) e sem cobrança de taxas de submissão ou processamento de artigos dos autores (**Article Processing Charges – APCs**). O acesso aberto é um amplo movimento internacional que busca conceder acesso online gratuito e aberto a informações acadêmicas, como publicações e dados. Uma publicação é definida como 'acesso aberto' quando não existem barreiras financeiras, legais ou técnicas para acessá-la — ou seja, quando qualquer pessoa pode ler, baixar, copiar, distribuir, imprimir, pesquisar ou usá-la na educação ou de qualquer outra forma dentro dos acordos legais.



Licença de Uso

Este artigo é licenciado sob a Licença **Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional (CC BY NC ND 4.0)**. Essa licença permite que qualquer pessoa leia, baixe, copie, distribua e compartilhe os conteúdos, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial na **REMATEC – Revista de Matemática, Ensino e Cultura**, é vedado o uso comercial e a criação de obras derivadas, incluindo traduções, adaptações ou modificações, sem autorização prévia dos autores.



Verificação de Similaridade

Este artigo foi submetido a uma verificação de originalidade por meio do software **iThenticate** (Turnitin), utilizando o serviço **Similarity Check da Crossref**, com o objetivo de identificar possíveis sobreposições de texto e garantir a integridade acadêmica, a conformidade ética e a originalidade da publicação.



Processo de Avaliação

Este artigo foi submetido a um processo de Revisão por Pares Duplo-Cega (**Double blind peer review**), no qual tanto a identidade dos autores quanto a dos avaliadores permaneceu confidencial durante todas as etapas da avaliação, assegurando imparcialidade, rigor científico e integridade editorial.

Avaliadores

Dois pareceristas *ad hoc* avaliaram este artigo e não autorizaram a divulgação dos seus nomes.

Editores

Prof. Dr. Iran Abreu Mendes – Universidade Federal do Pará (UFPA), Pará, Brasil

Prof. Dr. Carlos Aldemir Farias – Universidade Federal do Pará (UFPA), Pará, Brasil

Número temático organizado por

Prof. Dr. Marc Moyon – Université de Limoges, França

Prof. Dr. Wagner Rodrigues Valente – Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo, Brasil

Publisher

Este artigo foi Publicado na **REMATEC – Revista de Matemática, Ensino e Cultura**, revista do **Grupo de Pesquisa Práticas Socioculturais e Educação Matemática (GPSEM)**, grupo vinculado à Universidade Federal do Pará (UFPA). A **REMATEC – Revista de Matemática, Ensino e Cultura** publica artigos, resenhas e entrevistas provenientes de estudos e pesquisas das áreas de Educação, Ensino, Cultura e Educação Matemática e Científica, propiciando um diálogo e subsídios para o desenvolvimento do conhecimento científico. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião corpo editorial da **REMATEC – Revista de Matemática, Ensino e Cultura** ou do referido grupo de pesquisa. Na Avaliação CAPES (2021-2024) a referida revista obteve **Qualis A3**.

