

# CFIES 2022

Colloque francophone international  
sur l'enseignement de la statistique

ENSAI, Rennes, France  
du 23 au 25 novembre 2022



## Petit tour d'horizon (non exhaustif) des recherches sur l'enseignement et l'apprentissage de la statistique

Charlotte Derouet

Maître de conférences en didactique des mathématiques



24 novembre 2022



# D'où je parle...

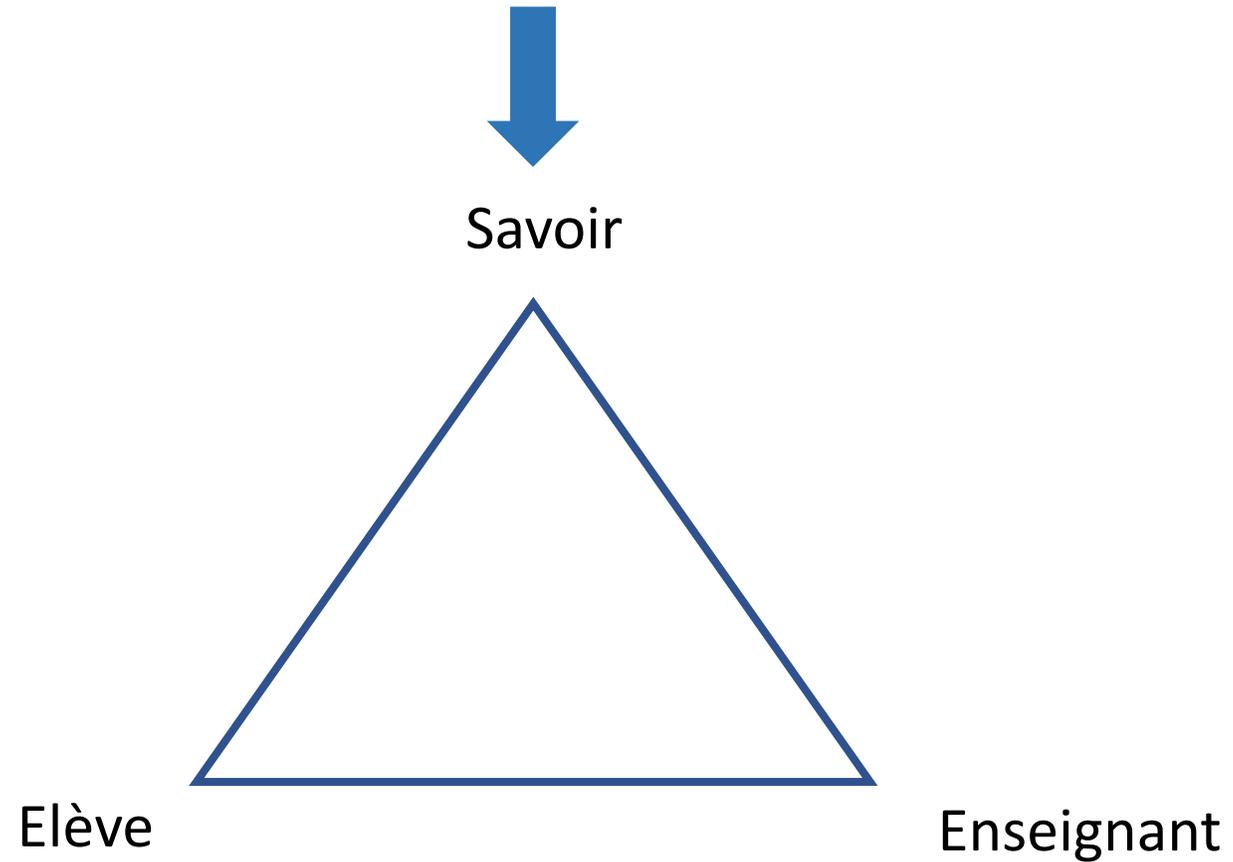
- Chercheuse en didactique des mathématiques
- Thèse soutenue en 2016 sur l'enseignement des lois continues en terminale S : introduction de la notion de fonction de densité (probabilités) en articulation avec la statistique et l'analyse
- Thèmes de recherche : didactique des probabilités, didactique de la statistique, transition secondaire-supérieur, modélisation mathématique

# La didactique des mathématiques

Douady (1984) : « La didactique des mathématiques est l'étude de processus de transmission et d'acquisition des différents contenus de cette science, et qui se propose de décrire et d'expliquer les phénomènes relatifs aux rapports entre son enseignement et son apprentissage. Elle ne se réduit pas à chercher une bonne manière d'enseigner une notion fixée ».

Brousseau (1991) : « Science s'intéressant à la production et à la communication des connaissances mathématiques dans ce que cette production et cette communication ont de spécifique de ces connaissances. La didactique des mathématiques étudie la façon dont les connaissances sont créées, communiquées et employées pour la satisfaction des besoins des hommes vivant en société ».

# Le triangle didactique (Brousseau)



Petit tour d'horizon (non exhaustif) des  
recherches sur l'enseignement et  
l'apprentissage de la statistique

Petit tour d'horizon (non exhaustif) des  
recherches sur l'enseignement et  
l'apprentissage de la statistique

Petit tour d'horizon (non exhaustif) des  
recherches sur l'enseignement et  
l'apprentissage de la statistique

Petit tour d'horizon (non exhaustif) des  
recherches sur l'enseignement et  
l'apprentissage de la statistique

# Plan

- Le champ de recherche de la *statistics education*
- Des travaux internationaux en *statistics education* et en didactique de la statistique
- La recherche en didactique des mathématiques sur l'enseignement de la statistique en France

Le champ de recherche de la  
*statistics education*

# Quelques éléments historiques

- Années 80 : l'importance accrues accordées à la statistique et donc à son enseignement

“It is then not surprising that nowadays statistics is widely taught at different levels, due to its usefulness for the daily life, its instrumental role in other disciplines, and its relevance in developing critical reasoning.” (Batanero, 2004)

# La construction d'un champ de recherche

- ISI - International Statistical Institute : Education Committee (1948)
  - attention importante sur l'enseignement de la statistique à partir des années 70
- 1982 : ICOTS – International Conferences on Teaching Statistics (par ISI puis IASE) – tous les 4 ans
- 1991 : IASE – International Association for Statistics Education
- Des tables rondes spécifiques :
  - Introduction de l'analyse de données dans les écoles (Pereira- Mendoza, 1993)
  - Rôle des technologies dans l'enseignement et apprentissage de la statistique (Garfield & Burrill, 1997)
  - Formation des chercheurs sur l'utilisation de la statistique (Batanero, 2001)
  - Développement curriculaire en statistique (2004)

# La construction d'un champ de recherche

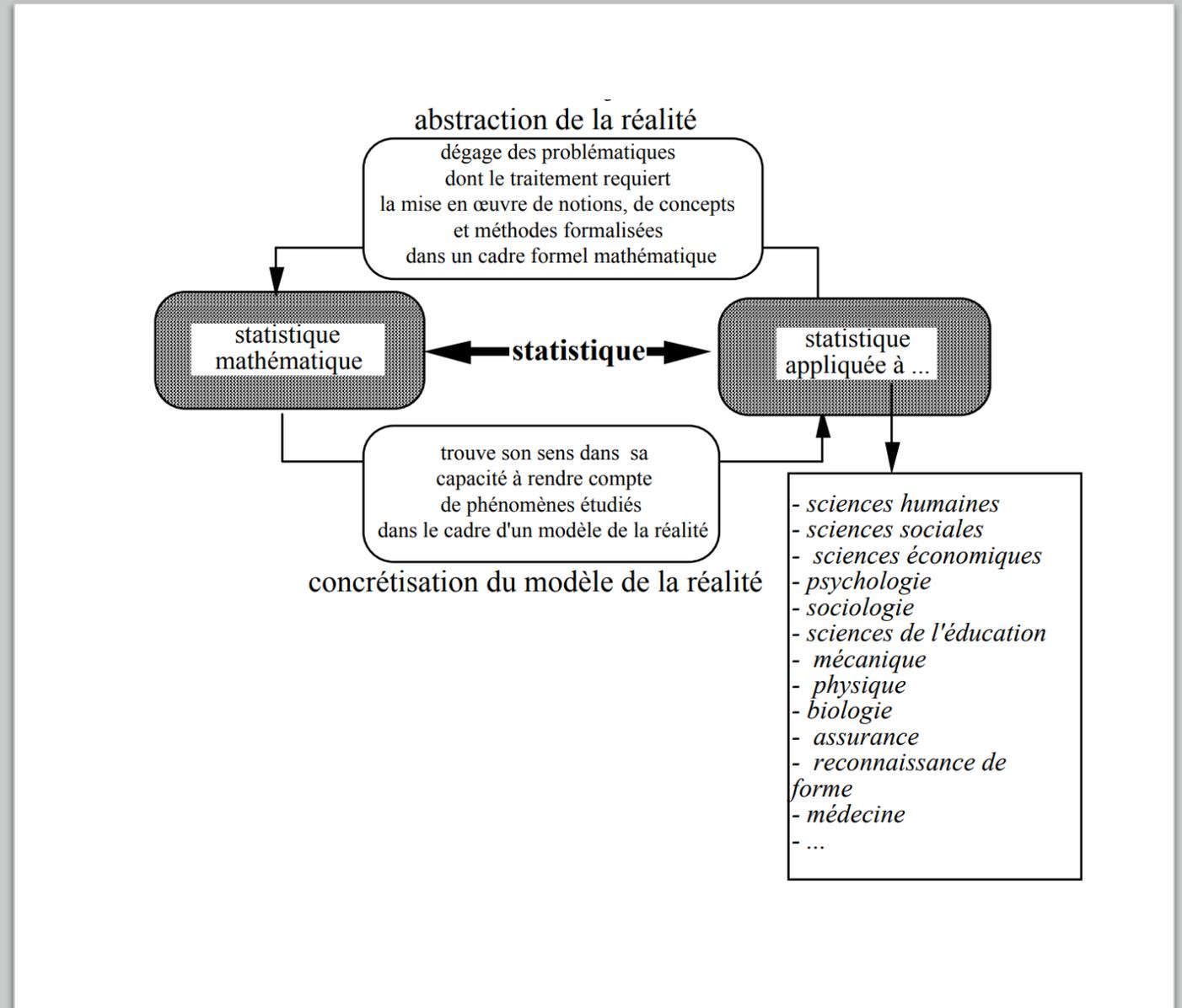
- Des revues :
  - 1979 Teaching Statistics [partage d'expériences](#)
  - 1993 Journal of Statistics Education – JSE [recherche](#)
  - 2002 Statistics Education Research Journal – SERJ (publié par IASE) [recherche](#)
- Des groupes spécifiques dans des conférences de *mathematics education*
  - ICME – International Conferences on Mathematics Education (avec des groupes de travail spécifiques depuis 1992)
  - CERME : groupe spécifique « Probability and Statistics » depuis 2003

# Un développement lié à une réforme

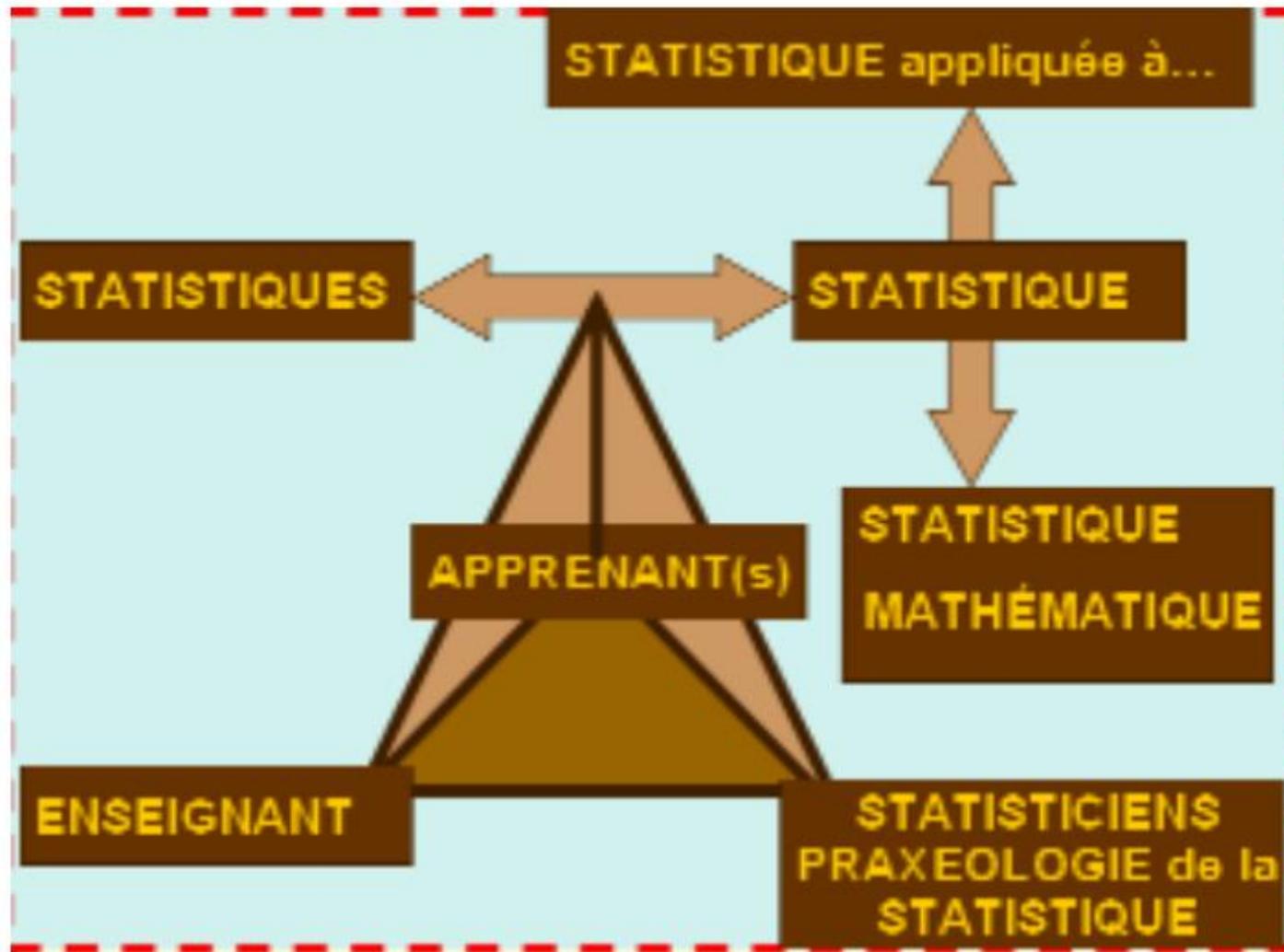
- Réforme de l'enseignement de la statistique aux États-Unis dans les années 90
- Difficultés à enseigner la statistique dans l'enseignement supérieur a conduit à repenser l'enseignement de cette discipline dans le supérieur et à introduire des concepts statistiques adaptés dès l'enseignement secondaire (Hahn, 2015)

# Le champ de la *statistics education*

- De la particularité de la statistique



# Systeme didactique



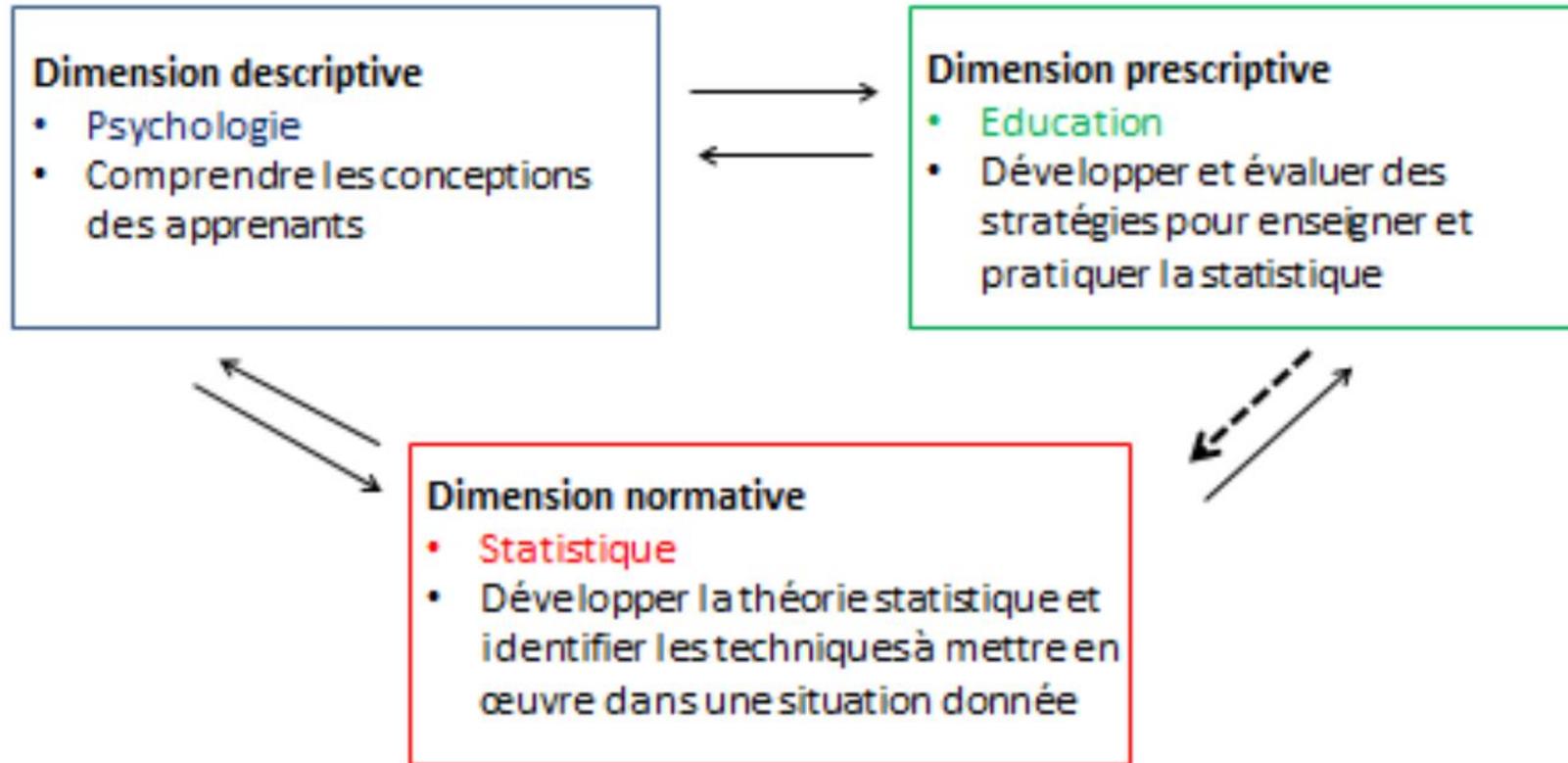


Figure 2 – *Modèle du champ de l'éducation statistique d'après Beyth-Marom, Fidler et Cummings (2008)*

Psychologie

Statistique

Recherches sur l'enseignement et  
l'apprentissage de la statistique

Mathématiques

Didactique des  
mathématiques

Sciences de l'éducation  
et de la formation

# Didactique de la statistique

« Ici nous ne chercherons pas à discuter si la didactique de la statistique est une branche de la didactique des mathématiques ou si elle est une composante autonome du champ des didactiques disciplinaires. En tout cas, elle mobilise une part importante des concepts élaborés dans le champ de la didactique des mathématiques. D'ores et déjà, nous remarquons qu'un point d'articulation entre les deux champs concernés peut apparaître autour du domaine de la statistique mathématique. Cette dernière fait partie des mathématiques » (Régnier, 2005)

Des travaux internationaux en  
*statistics education* et en  
didactique de la statistique

[Home](#) / [Archives](#) / Vol. 21 No. 1 (2022)

## Vol. 21 No. 1 (2022)

DOI: <https://doi.org/10.52041/serj.v21i1>

Published: 2022-02-28

### NAVIGATING A DISCIPLINARY CHASM: THE STATISTICAL PERSPECTIVES OF GRADUATE TEACHING ASSISTANTS

KELLY FINDLEY

Article 12

[Download PDF](#)

### FAIRNESS IN GAMES: A STUDY ON CHILDREN'S AND ADULTS' UNDERSTANDING OF PROBABILITY

RITA BATISTA, RUTE BORBA, ANA HENRIQUES

Article 13

[Download PDF](#)

### CHALLENGES ASSOCIATED WITH MEASURING ATTITUDES USING THE SATS FAMILY OF INSTRUMENTS

DOUGLAS WHITAKER, ALANA UNFRIED, MARJORIE BOND

Article 4

[Download PDF](#)

### (MAL)ADAPTIVE COGNITIONS AS PREDICTORS OF STATISTICS ANXIETY

SARA-EMILLIE McINTEE, JEAN-CHRISTOPHE GOULET-PELLETIER, ALEXANDRE WILLIOT, EMMA DECK-LÉGER, DANIEL LALANDE, MICHAEL CANTINOTTI, DENIS COUSINEAU

Article 5

[Download PDF](#)

### ASSESSING SECONDARY SCHOOL STUDENTS' STATISTICAL REASONING, ATTITUDE TOWARDS STATISTICS, AND STATISTICS ANXIETY

SITI SHAHIRAH SAIDI, NYET MOI SIEW

Article 6

[Download PDF](#)

### COMPUTES: DEVELOPMENT OF AN INSTRUMENT TO MEASURE INTRODUCTORY STATISTICS INSTRUCTORS' EMPHASIS ON COMPUTATIONAL PRACTICES

CHELSEY LEGACY, ANDREW ZIEFFLER, ELIZABETH BRONDOS FRY, LAURA LE

Article 7

[Download PDF](#)

### DESIGN PRINCIPLES FOR DEVELOPING STATISTICAL LITERACY IN MIDDLE SCHOOLS

CHRISTIAN BÜSCHER

Article 8

[Download PDF](#)

### CHARACTERIZING STUDENT EXPERIENCE OF VARIATION WITHIN A STEM CONTEXT: IMPROVING CATAPULTS

JANE WATSON, NOLEINE FITZALLEN, SUZIE WRIGHT, BEN KELLY

Article 9

[Download PDF](#)

### DEVELOPING THE STATISTICAL PROBLEM POSING AND PROBLEM REFINING SKILLS OF PROSPECTIVE TEACHERS

AISLING LEAVY, DANIEL FRISCHEMEIER

Article 10

[Download PDF](#)

### EVALUATING THE IMPACT OF WORKED EXAMPLE VIDEOS FOR BLENDED LEARNING IN A LARGE-ENROLMENT BUSINESS STATISTICS COURSE

SARAH DART

Article 11

[Download PDF](#)

# Des travaux en psychologie

- Anxiété, attitudes (très présent dans les articles récents de SERJ)
- Des travaux anciens : Biais et heuristiques (Kahneman, Slovic & Tversky, 1982). Quelques exemples :
  - Le biais d'équiprobabilité (Lecoutre, 1992)
  - La stratégie de représentativité  
1, 7, 11, 21, 22, 36 vs 1, 2, 3, 4, 5, 6 ?
  - L'ancrage (*anchoring*) : lié à une mauvaise interprétation de la loi des grands nombres  
P, P, P, P. Est-ce plus probable d'obtenir un P ou un F pour le cinquième lancer ?  
...

# Recherches autour des contenus spécifiques

- Quelques exemples

# La moyenne

- Les élèves savent appliquer les formules mais n'ont pas une compréhension conceptuelle de la notion (Batanero, 2004)
- Travailler plus le sens que les formules

# Différentes interprétations de la moyenne

- Sens 1 :

« [La] formule [de la moyenne] traduit le fait que la moyenne arithmétique est la valeur qu'aurait chaque individu de l'échantillon (ou de la population), si l'on supposait que tous ont la même valeur. C'est le **partage équitable** de la masse totale obtenue par tous les individus. Donc la définition de la moyenne arithmétique repose sur une hypothèse implicite d'équité -ou plutôt d'équitabilité- du partage de la masse totale des observations. » (Rouan & El Idrissi, EMF2018, p. 1057)

$$\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = m.$$

# Différentes interprétations de la moyenne

- **Sens 2 :**

« Égalisation » des données en redistribuant ce qu'il y a en trop de façon à compenser ce qu'il y a en moins ailleurs

→ Utilisation de la propriété de la moyenne : la moyenne est la valeur pour laquelle la somme des écarts à cette moyenne est nulle

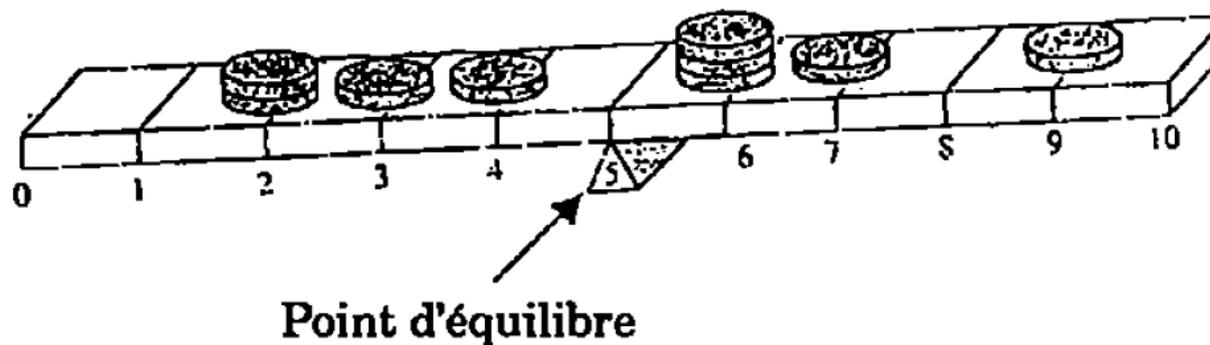
$$: \sum_{1}^n (x_i - m) = 0.$$

# Différentes interprétations de la moyenne

- **Sens 3 :**

La moyenne comme le point d'équilibre, le centre de gravité

Surtout utilisé quand les données sont regroupées.



# La loi normale

- Compréhension du théorème limite central par les étudiants et repéré des idées fausses au niveau de la normalité des distributions d'échantillonnage (cf. Vallecillos, 1999 ; delMas, Garfiels & Chance, 1999)
- Etude sur le comportement des étudiants résolvant des problèmes se rapportant à la loi normale.
  - Capacité des étudiants à résoudre les différents problèmes
  - mais incapacité d'expliquer pourquoi ils choisissent la loi normale plutôt qu'une autre.

Wilensky parle alors d'anxiété épistémologique, qu'il définit comme étant un sentiment de confusion et d'indécision chez les étudiants lorsqu'ils sont face à des chemins différents pour résoudre un problème. (Wilensky, 1995, 1997)

# La loi normale

- Importance de travailler sur les représentations graphiques pour aider les étudiants à la compréhension de la loi normale.
- « it is important that students understand basic concepts such as probability, density curve [...] and histograms before they start the study of normal distribution » (op. cit., p. 275).
- Principales difficultés repérées chez les étudiants :
  - percevoir l'intérêt d'un modèle pour décrire des données empiriques ;
  - interpréter des aires d'histogrammes de fréquences et de calculer des aires dans les cas où un changement dans les extrémités des intervalles est nécessaire ;
  - interpréter les probabilités sous la courbe normale : représentation graphique des aires sous la courbe de la loi normale est le principal outil didactique pour les étudiants pour qu'ils comprennent le calcul de probabilités et en même temps pour résoudre différents problèmes mettant en jeu la loi normale ;
  - faire un choix entre des données empiriques et des modèles mathématiques, d'interpréter des résumés statistiques et des graphiques ;
  - difficultés de savoir quand une variable discrète peut ou ne peut pas être modélisée par une loi normale.

→ travailler avec l'outil informatique semble améliorer la compréhension graphique et donc la compréhension de la loi normale

# Statistique inférentielle

- Inférence statistique formelle
- Des travaux notamment sur les tests d'hypothèse ont montré des difficultés de compréhension chez les étudiants mais également chez les chercheurs utilisant la statistique dans leurs publications : mauvaise compréhension de la p-valeur.

# Statistique inférentielle

- Inférence statistique formelle
- Inférence statistique informelle

“1. Making judgments, claims, or predictions about populations based on samples, but not using formal statistical procedures and methods (e.g., p-value, t tests);

2. Drawing on, utilizing, and integrating prior knowledge (e.g., formal knowledge about foundational concepts, such as distribution or average; informal knowledge about inference such as recognition that a sample may be surprising given a particular claim; use of statistical language), to the extent that this knowledge is available; and

3. Articulating evidence-based arguments for judgments, claims, or predictions about populations based on samples.

Note that this definition refers to IIR as a process for making inferences that does not utilize the formal methods of statistical inference described earlier and that may or may not include use of formal statistical concepts or language.” (Zieffel et al., 2008, p. 45)

# Etude de dispositif d'enseignement (PER)

- Travaux actuels, Université de Barcelone
- Thèses en cours : enseignement de la statistique dans le supérieur (dans des filières non spécialistes : ingénieurs, management-administration)
- Projets interdisciplinaires pour l'enseignement de la statistique
- Questionnement du monde
- Cadre théorique de la Théorie Anthropologique du Didactique

# Les technologies dans l'enseignement de la statistique

- Intérêt des technologies
- Développement de logiciels de simulation, notamment TinkerPlot

# STATISTICS EDUCATION RESEARCH JOURNAL



## Current Issue

**Vol. 21 No. 2 (2022): SPECIAL ISSUE: RESEARCH ON DATA SCIENCE EDUCATION**

**Published:** 2022-07-04

« L'enseignement de la science des données se développe rapidement, mais la recherche sur l'enseignement de la science des données en est encore à ses débuts. Le présent numéro donne un aperçu de ce domaine en développement. » (Editorial)

La recherche en didactique des  
mathématiques sur l'enseignement  
de la statistique en France

# Des travaux en France

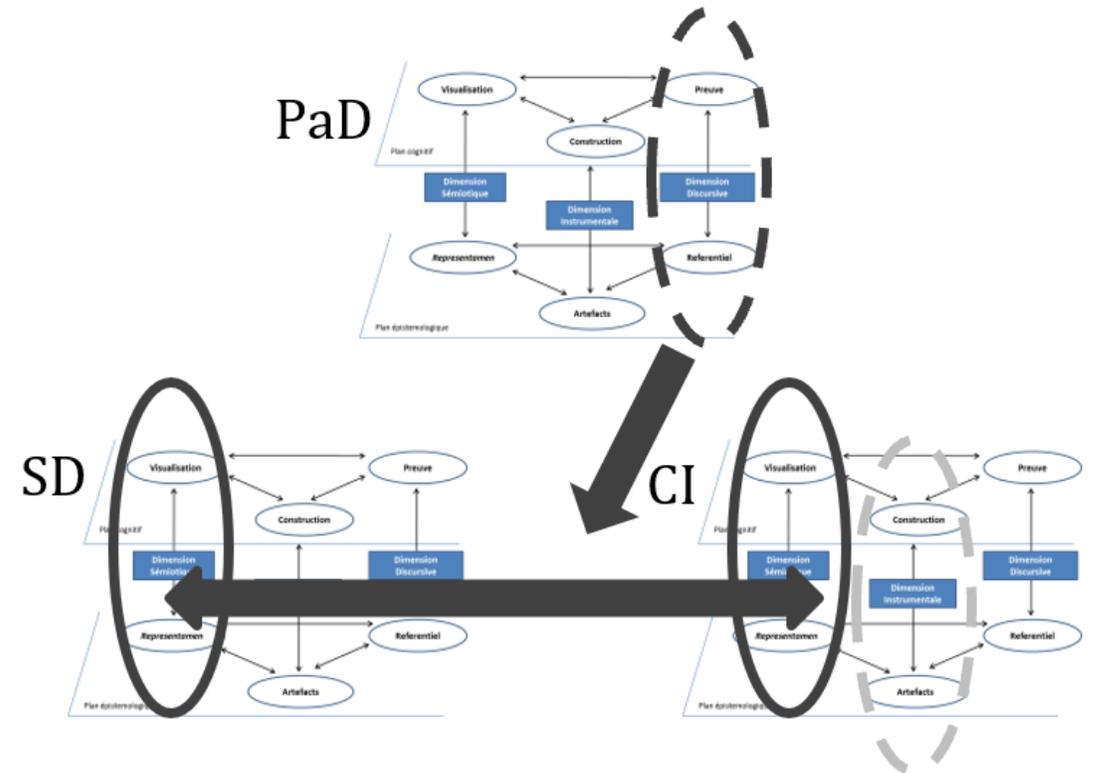
- Brousseau (1971-74) : Conception d'une situation fondamentale pour l'introduction de la statistique et des probabilités à l'école primaire
  - « Ce curriculum est une introduction au test d'hypothèse. La situation fondamentale est la suivante une bouteille contient 5 boules, son bouchon transparent laisse apparaître une boule à la fois. Les enfants doivent « deviner » le nombre de boules blanches et noires contenues dans la bouteille, mais ils ne pourront jamais ouvrir cette bouteille pour « vérifier ». ils doivent donc se « convaincre » jusqu'à ce qu'ils jugent inutile une vérification empirique. » (expérience école Michelet 1974, cf site de G. Brousseau) → 31 leçons

# Des travaux en France

- Thèse de Wozniak (2005) : Conditions et contraintes de l'enseignement de la statistique en classe de seconde générale. Un repérage didactique.
  - Etude des conditions et contraintes de la question de la transposition didactique : « comment développer un enseignement scolaire de la statistique qui apparaisse à la fois fidèle à la science statistique telle qu'elle existe hors de l'École et pertinente pour la formation scolaire des jeunes générations ? » (Chevallard & Wozniak, 2003)

# Des travaux en France

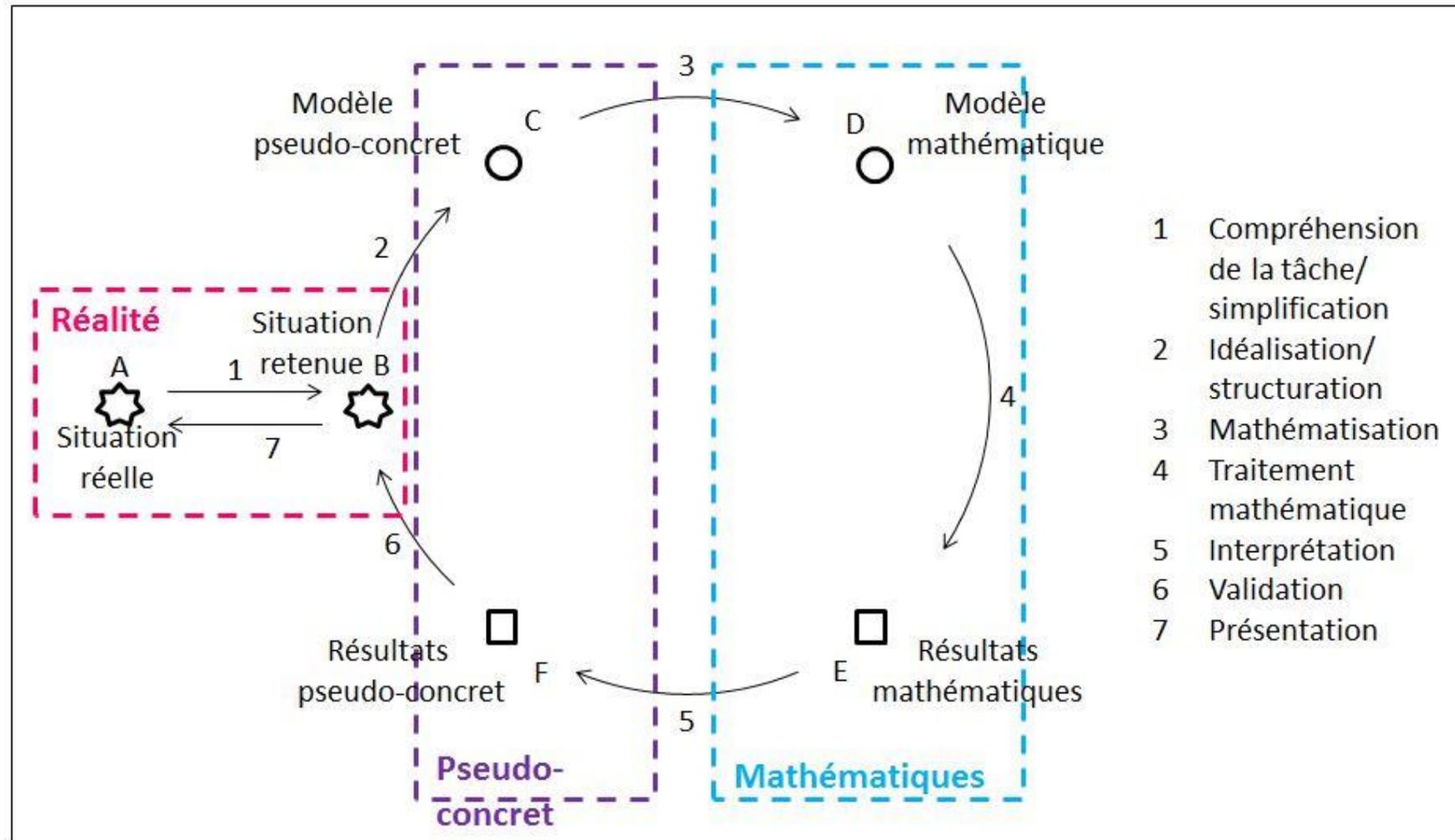
- Thèse de Charlotte Derouet (2016) : La fonction de densité au carrefour entre probabilités et analyse en terminale S. Etude de la conception et de la mise en œuvre de tâches d'introduction articulant lois à densité et calcul intégral.



# Des travaux en France

- Hahn, C. (2014). Linking academic knowledge and professional experience in using statistics: a design experiment for business school students. *Educational Studies in Mathematics*, 86(2), 239–251.  
<http://www.jstor.org/stable/43589847>

# Mes travaux actuels : démarches de modélisation probabiliste



# Un projet en cours au sein du GDR DEMIPS

- GDR CNRS N°2076 : Didactique et Épistémologie des Mathématiques, liens avec l'Informatique et la Physique, dans le Supérieur
- Sous-groupe « Probabilités et statistique »
- Projet : Bagage statistique des étudiants à l'entrée dans l'enseignement supérieur : le cas de filières non-spécialistes
- Equipe : Charlotte Derouet (LISEC, Université de Strasbourg), Camille Doukhan (LISEC), Lynn Farah (ESCP), Corinne Hahn (LDAR, ESCP), Roxane Jallet-Cattan (ESCP et ESSCA)

# Un projet en cours au sein du GDR DEMIPS

## Questionnement :

Dans le cadre de la réforme du lycée français, quel est le bagage statistique des étudiants à l'entrée des filières non-spécialistes de l'enseignement supérieur ? Le cas du management, de la biologie et de la psychologie.

- On s'interroge sur la compréhension conceptuelle des notions statistique de base étudiées au collège et au lycée, avec des tâches ne nécessitant pas de difficultés calculatoires

# Méthodologie

- Conception d'un questionnaire en ligne permettant de tester les contenus de statistique descriptive univariée du programme de collège-lycée (notamment moyenne, écart-type, médiane, quartiles, représentations graphiques...) : 15 items - QCM
- Passation du questionnaire à la rentrée 2022 (avant tout enseignement de statistique) : en L1 de psychologie, en L1 de Sciences Économiques et Sociales, en L1 de biologie, en première année (post-bac) dans deux écoles de management
  - 1204 réponses, dont 822 incomplètes et **382 complètes**
- Une analyse quantitative à venir, couplée avec l'analyse didactique qualitative

# Exemple d'ITEM

Voici une série de notes obtenues par un étudiant dans le cours du professeur B:  
10, 5, 15, 13, 16, 14, 15, 8, 13, 6, 15

Il s'avère que la note 16 va être remontée par le professeur B.

La moyenne sera alors :

- inchangée
- augmentée
- diminuée
- Je ne peux pas répondre

La médiane sera alors :

- inchangée
- augmentée
- diminuée
- Je ne peux pas répondre

# *Statistics education*

- Un domaine de recherche plein d'avenir...

# Merci

Charlotte Derouet

[charlotte.derouet@inspe.unistra.fr](mailto:charlotte.derouet@inspe.unistra.fr)

# Références (non exhaustives)

- Batanero, C. (2004). Statistics Education as a field for research and practice, *regular lecture, ICME10, Copenhagen*.
- Chevallard, Y., & Wozniak, F. (2005). Enseigner la statistique au secondaire. Entre genre prochain et différence spécifique. In C. Mercier, A. et Margolinas (Ed.), *Balises pour la didactique des mathématiques* (pp. 195–218). La pensée sauvage.
- **Derouet, C.** (2022). Caractérisation de démarches de modélisation probabiliste. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 27, 89-132. <https://journals.openedition.org/adsc/1349>
- Hahn, C. (2014). Linking academic knowledge and professional experience in using statistics: a design experiment for business school students. *Educational Studies in Mathematics*, 86(2), 239–251. <http://www.jstor.org/stable/43589847>
- Hahn, C. (2015). La recherche internationale en éducation statistique : état des lieux et questions vives. *Statistique et Enseignement*, 6(2), 25-39.
- Régnier, J.-C. (2005). Formation de l'esprit statistique et raisonnement statistique. Que peut-on attendre de la didactique de la statistique ? *Séminaire National de Didactique des Mathématiques* (pp.13-38). <https://shs.hal.science/halshs-00391741/document>
- Site : <https://guy-brousseau.com/>
- Site : SERJ <https://iase-web.org/Publications.php?p=SERJ>