



## Interaction entre la position de l'enseignant et des postures d'études des élèves sous CHIC - $M_{GK}$ , dans une classe de 3<sup>ème</sup> au collège de Bourbon, à l'île de La Réunion

Juvenile Christalin RAVELOMANANA, Lwanga Albert RAZAFINDRABEHITA, Vatosoa Tsirinala Fabiola RAVELOJAONA, Hery Frédéric RAKOTOMALALA, André TOTOHASINA

Laboratoire de Mathématiques et d'Informatique, Ecole Normale Supérieure pour l'Enseignement Technique (ENSET), Université d'Antsiranana (Madagascar)

**Résumé :** Les mathématiques jouent un rôle crucial dans la résolution des défis mondiaux dans divers domaines tels que l'intelligence artificielle, le changement climatique, l'énergie durable et le développement durable. Malgré l'importance de cette discipline, le niveau des élèves en mathématiques ne cesse de se détériorer en France et dans les pays francophones de l'océan Indien, comme à l'île de La Réunion, selon un rapport remis en mars 2022 à la demande du ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse. Afin d'aider les élèves, une étude a été menée sur l'enseignement des mathématiques, en particulier sur la résolution de problèmes de proportionnalité, dans une classe de 3<sup>ème</sup> au collège de Bourbon, à l'île de La Réunion. Cette étude explore les relations et l'interdépendance entre la position de l'enseignant pendant son cours et les postures d'études des élèves. Pour ce faire, des séquences vidéo ont été filmées afin d'observer les interactions en classe. Ces enregistrements seront ensuite analysés en profondeur à l'aide de la méthode d'Analyse Statistique Implicative (ASI) selon la mesure  $M_{GK}$  sous CHIC- $M_{GK}$ . Cette approche permettra de détecter les relations causales implicites entre les différentes variables observées, révélant ainsi les dépendances entre divers aspects du processus d'enseignement-apprentissage. Les résultats montrent que la position de l'enseignant pendant l'enseignement influence les postures d'études des élèves.

**Mots clés :** Mathématiques, ASI, CHIC- $M_{GK}$ , interdépendance, positions de l'enseignant et postures d'études des élèves.

**Abstract:** Mathematics plays a crucial role in solving global challenges in various fields such as artificial intelligence, climate change, sustainable energy and sustainable development. Despite the importance of this discipline, the level of students in mathematics continues to deteriorate in France and in French-speaking countries of the Indian Ocean, such as on the island of La Réunion, according to a report submitted in March 2022 at the request of the Ministry of National Education and Youth. In order to help students, a study was conducted on the teaching of mathematics, in particular on the solving of proportionality problems, in a 3rd grade class at the Bourbon College, on the island of La Réunion. This study explores the relationships and interdependence between the teacher's position during his lesson and the students' study postures. To do this, video sequences were filmed in order to observe interactions in the classroom. These recordings will then be analyzed in depth using the Implicative Statistical Analysis (ISA) method according to the  $M_{GK}$  measure under ICHC- $M_{GK}$ . This approach will make it possible to detect implicit causal relationships between the different observed variables, thus revealing the dependencies between various aspects of the teaching-learning process. The results show that the teacher's position during teaching influences the students' study postures.

**Keywords:** Mathematics, ISA, ICHC- $M_{GK}$ , interdependence, teacher positions and student study postures.

**Digital Object Identifier (DOI):** <https://doi.org/10.5281/zenodo.13947434>

---

## 1 Introduction

La promotion d'une meilleure compréhension des mathématiques à travers le monde et le renforcement de leur enseignement sont d'une importance cruciale pour relever les défis dans divers domaines tels que l'intelligence artificielle, le changement climatique, l'énergie durable et le développement durable. La victoire à ces défis est également essentielle pour améliorer la qualité de vie de l'humanité. En reconnaissance de cette nécessité, la 40e Conférence générale de l'UNESCO a officiellement institué le 14 mars de chaque année comme la Journée internationale des mathématiques lors de sa réunion de novembre 2019<sup>1</sup>.

Un rapport remis en mars 2022, commandé par le ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse de France, met en lumière la dégradation continue du niveau moyen de compétences en mathématiques en France au cours des 40 dernières années. Ce constat est également valable dans les pays francophones de l'océan Indien comme l'île de la Réunion. En réponse à cela, nous allons mener une étude sur l'enseignement des mathématiques, en particulier sur la résolution des problèmes de proportionnalité, dans une classe de 3<sup>ème</sup> du collège de Bourbon de l'île de la Réunion dans le but d'améliorer le niveau des élèves à cette discipline.

En classe, la mission de l'enseignant est de donner et animer un cours, y faire participer les élèves, essayer de les intéresser et motiver, éveiller, les amener à construire une pensée critique, conduire des exercices, des évaluations, surveiller, réexpliquer, encourager, repérer les erreurs et y remédier. Pour ce faire, il est souvent déplacé et circule dans tous les couloirs de la salle de classe. A ce propos, Jordan (2018) disait que « L'espace classe n'est pas l'espace de la vie privée et dans cet espace d'interactions subjectives, consciemment ou non, les enseignants se mettent en scène et utilisent un langage corporel ». Cette idée est parallèle à la théorie de Pine et al. (2010), Ferré (2010), Tellier (2013), Auzéau (2016), Guechi (2016) et de Denizci (2017) que le corps de l'enseignant parle, tout comme sa voix. Ainsi, Bucheton et Soulé (2009) a avancé ses hypothèses sur la réciproque entre les postures de l'enseignant et les postures des élèves. Ravelomanana et al (2024) montre qu'il y a des interdépendances entre les postures d'étayage, de tissage de l'enseignant et les postures d'études des élèves. Les postures est très important à l'enseignement/ apprentissage en classe par le fait chaque pas et chaque déplacement de l'enseignant ont la plupart des visées pédagogiques. Alors nous avons posé la question : Est-ce que le déplacement et l'endroit où se trouve l'enseignant dans la salle de classe ont d'influences et du rapport aux postures d'études des élèves ? Pour mieux répondre à la question précédente, nous allons d'abord identifier quelques postures des élèves et la localité d'enseignant pendant son enseignement, puis, les analyser avec le logiciel CHIC –  $M_{GK}$ . Suivent ensuite nos interprétations des résultats obtenus. Le reste du papier est organisé comme suit dans la section 2, est présentée les outils utilisés. La section 3 présente les méthodes utilisées pour l'analyse statistique implicite appliquée. La section 4 livre des résultats de l'analyse statistique engagée. Enfin, une conclusion avec des perspectives termine l'article.

## 2 Outils utilisés

Durant cette étude, nous avons observé les positions de l'enseignant pendant son enseignement comme suit :

- $Lo_1$  : L'enseignant est au bureau du maître
- $Lo_2$  : L'enseignant est à la table d'élève
- $Lo_3$  : L'enseignant est devant, face à la classe
- $Lo_4$  : L'enseignant est en train d'écrire au tableau
- $Lo_5$  : L'enseignant est sorti de la classe
- $Lo_6$  : L'enseignant est en train de circuler
- $Lo_7$  : L'enseignant est au fond de la classe

---

<sup>1</sup> Actes de la Conférence générale, 40e session, Paris, 12 novembre-27 novembre 2019, volume 1 : Résolutions

Selon Bucheton et Soulé (2009), il existe six postures possibles chez les élèves ( $Pel_1, \dots, Pel_6$ ), réponse aux postures de l'enseignant :

- $Pel_1$  : la posture scolaire caractérise davantage la manière dont l'élève essaie avant tout de rentrer dans les normes scolaires attendues, tente de se caler dans les attentes de son enseignant.
- $Pel_2$  : la posture première faire décrit la manière dont les élèves se lancent dans la tâche sans trop réfléchir, laissant manifester toutes sortes d'idées ou de solutions sans y revenir davantage.
- $Pel_3$  : la posture ludique-créative traduit ici que l'élève use de créativité pour réinventer la tâche qui lui a été confiée.
- $Pel_4$  : la posture réflexive est celle qui permet à l'élève non seulement d'être dans l'agir mais de revenir sur cet agir, de le "secondariser" pour en comprendre les finalités, les ratés, les apports.
- $Pel_5$  : la posture de refus désigne refus de faire, d'apprendre, refus de se conformer est toujours un indicateur à prendre très au sérieux. Elle envoie souvent à des problèmes identitaires, psychoaffectifs, à des violences symboliques ou réelles subies par les élèves.
- $Pel_6$  : la posture dogmatique manifeste une non-curiosité affirmée. Le "je sais déjà", le "mon ancien maître, ma mère, etc.... me l'ont déjà dit". Les élèves ne sont pas acteurs dans ce cas de ce qu'ils apprennent.

Depuis le début de la recherche jusqu'à l'obtention des résultats, nous avons commencé par utiliser YouTube pour la transcription des paroles de l'enseignant. Ensuite, nous avons adopté l'Excel, en transposant dedans, de ligne par ligne, les 256 minutes vidéos découpés en 2 minutes de chaque des séances (i.e. 128 séquences) d'enseignement de mathématiques sur la résolution des problèmes de proportionnalité, en classe de 3<sup>ème</sup> du collège de Bourbon de la Réunion. La position de l'enseignant et les postures d'études des élèves détectées pendant toutes les séances du cours dans les vidéos sont notées afin de pouvoir créer la grille d'observation. Ensuite, nous avons mis 1 à la présence et 0 à l'absence des postures dans les 128 séquences, pour obtenir un tableau sous forme d'un contexte binaire (cf. Tableau 1). En fin, nous avons transportés les données recueillies au logiciel CHIC –  $M_{GK}$  pour se faire l'analyse des résultats.

Tableau 1 : Extrait du tableau binaire.

	Lo <sub>1</sub>	Lo <sub>2</sub>	Lo <sub>3</sub>	Lo <sub>4</sub>	Lo <sub>5</sub>	Lo <sub>6</sub>	Lo <sub>7</sub>	Pel <sub>1</sub>	Pel <sub>2</sub>	Pel <sub>3</sub>	Pel <sub>4</sub>	Pel <sub>5</sub>	Pel <sub>6</sub>
Seq <sub>1</sub>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Seq <sub>2</sub>	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq <sub>3</sub>	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Seq <sub>126</sub>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Seq <sub>127</sub>	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
Seq <sub>128</sub>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0

### 3 Méthodes utilisées pour la fouille de données

Les données collectées sont étudiées par l'usage de la théorie d'Analyse Statistique Implicative (A.S.I) (Gras (1979)), qui est une méthode non symétrique d'analyse de données croisant des sujets ou des objets avec des variables de différents types (dans notre cas de type booléen). La technique de l'extension de la Classification Hiérarchique Implicative et Cohésitive – CHIC (Ratsimba-Rajohn et Gras (1992), Gras et al. (1994) et Totohasina (1994)) appelée Classification Hiérarchique Implicative et Cohésitive à base de  $M_{GK}$  (CHIC –  $M_{GK}$ ) (Rakotomalala (2019)) est appliquée à la fouille et à l'analyse de ces données collectées pour traiter les problèmes numériques et graphiques nécessaires à l'usage de l'A.S.I. Cette application sert aussi à classifier les règles  $M_{GK}$  - valides selon l'indice de cohésion à base de  $M_{GK}$  (Rakotomalala et Totohasina (2018)) afin d'obtenir des métarègles pour faciliter les interprétations des résultats de l'analyse.

Soit  $(K, S, P)$  un contexte binaire (Cf. Tableau 1) et considérons l'ensemble des élèves  $S = \{\text{Seq1; Seq2; ... ; Seq128}\}$  et l'ensemble des variables (Localité et Posture)  $P = \{\text{Lo1; Lo2; ... ; Lo7; Pel1, Pel2, ... , Pel6}\}$ . Les règles d'associations entre deux variables booléennes sont définies par l'analyse du tableau de contingence en les croisant (Cf.

Tableau 2).

Tableau 2 : Tableau de contingence et de probabilité conjointe associée.

	<b>B</b>	$\bar{B}$	$\Sigma$
<b>A</b>	$n_{AB}$	$n_{A\bar{B}}$	$n_A$
$\bar{A}$	$n_{\bar{A}B}$	$n_{\bar{A}\bar{B}}$	$n_{\bar{A}}$
$\Sigma$	$n_B$	$n_{\bar{B}}$	$n$

⇒

	<b>B'</b>	$\bar{B}'$	$\Sigma$
<b>A'</b>	$P(A' \cap B')$	$P(A' \cap \bar{B}')$	$P(A')$
$\bar{A}'$	$P(\bar{A}' \cap B')$	$P(\bar{A}' \cap \bar{B}')$	$P(\bar{A}')$
$\Sigma$	$P(B')$	$P(\bar{B}')$	$\frac{\text{Card}(S)}{n} = 1$

**Modélisation mathématiques :** Considérons un espace de probabilité discrète fini  $(S, P(S), P)$  de sorte que pour tout événement  $X$  de  $P(S)$ ,  $P(X) = \frac{\text{card}(X)}{\text{card}(S)} P(X)$ . Notons l'ensemble des  $n$  élèves, sur lequel on a mesuré  $m$  variables aléatoires de Bernoulli, et soit  $P$  l'ensemble des items  $P = \{\text{Lo1; Lo2; ... ; Lo7; Pel1, Pel2, ... , Pel6}\}$ . Pour tous  $X \in P(P) \setminus \{\emptyset; P\}$ , pour tous  $x_i \in X$ ,  $x_i$  est une application de  $E$  à  $\{0; 1\}$  et  $(x_i = 1) = \frac{\text{card}(x_i^{-1}(1))}{n}$ , avec  $n = \text{card}(E)$ . Toute partie non vide de  $E$  sera appelée un motif de  $E$ . Alors pour le motif  $A$ ,  $A' = A^{-1}(1)$  et  $n_A = \text{card}(A')$ . Pour les motifs  $A$  et  $B$ ,  $n_{AB} = \text{card}(A' \cap B')$  le nombre de transactions qui utilisent à la fois  $A$  et  $B$ . Soit  $\bar{A} = P - A$  la négation logique d'un motif  $A$ . Le nombre réel  $P(A')$  sera appelé le support du motif  $A'$  noté  $\text{supp}(A) = \frac{\text{card}(A')}{n}$  (Agrawal et al. (1993)).

Une mesure probabiliste d'intérêt est une fonction réelle  $\mu$  de  $P(P) \times P(S)$  telle que pour toute règle d'association  $A \rightarrow B$ , la valeur de  $A \cap B = \emptyset$ ,  $\mu(A \rightarrow B)$  est calculée à partir des quatre quantités  $n = \text{card}(E)$ ,  $P(A')$ ,  $P(B')$  et  $P(A' \cap B') = \text{supp}(A \cup B)$ . Enfin, pour deux motifs (ou items)  $A$  et  $B$  d'un contexte binaire, la mesure d'intérêt  $M_{GK}$  est définie par :

$$M_{GK} = \begin{cases} M_{GK}^f(A \rightarrow B) = \frac{P(B'/A') - P(B')}{1 - P(B')}, & \text{si } A \text{ favorise } B \text{ (Composante favorisante)} ; \\ 0 & \text{, si } A \text{ et } B \text{ sont indépendants} ; \\ M_{GK}^d(A \rightarrow B) = \frac{P(B'/A') - P(B')}{P(B')}, & \text{si } A \text{ défavorise } B \text{ (Composante défavorisante)} \end{cases}$$

Les travaux théoriques publiés dans Rakotomalala et al. (2018), Rakotomalala et al. (2017) nous ont permis de développer un algorithme d'extraction de règles d'association  $M_{GK}$ -valides (Rakotomalala et Totohasina (2018)).

- L'extraction des règles d'association est basée sur la mesure d'intérêt  $M_{GK}$  par rapport à la relation deux à deux des variables, la validation des règles extraites se fait par rapport à la composante favorisante  $M_{GK}^f$  qui est implicative et la valeur critique  $M_{GK(\alpha)}^f$  ayant une relation avec le  $X^2$  de degré de liberté 1 au seuil de risque  $\alpha$  choisi par nous-même tel que  $M_{GK}^f > M_{GK(\alpha)}^f$  avec  $M_{GK(\alpha)}^f = \sqrt{\frac{1}{n} \frac{n-n_A}{n_B} \frac{n_B}{n-n_B} X_{Théorique}^2}$ . Dans notre cas,  $\alpha = 10\%$ , ce qui donne  $X^2 = 2,7$  ;
- La valeur du support selon  $M_{GK}^f$  tel que  $\text{supp}_{M_{GK}^f}(A \rightarrow B) = \text{supp}(A)[(1 - \text{supp}(B))M_{GK}^f(A \rightarrow B) + \text{supp}(B)]$  est généralement faible Rakotomalala et al. (2017). Il est donc indispensable de

normaliser cette valeur (Rakotomalala et Totohasina (2018)), et nous la notons par  $supp_{(n)M_{GK}}^f$ , avec

$$supp_{(n)M_{GK}}^f(A \rightarrow B) = \frac{supp_{M_{GK}}^f(A \rightarrow B) - P(A')P(B')}{P(A')(1 - P(B'))}$$

- La valeur de  $supp_{(n)M_{GK}}^f \in ]0,5; 1]$  permet d'établir la valeur de la cohésion entre deux items, notée  $coh_{supp_{(n)M_{GK}}^f}$  (Rakotomalala et Totohasina (2018)) avec

$$coh_{supp_{(n)M_{GK}}^f} = \begin{cases} \sqrt{1 - (supp_{M_{GK}}^f(A \rightarrow B))^2}, & \text{si } supp_{M_{GK}}^f(A \rightarrow B) > 0,5 \\ 0 & \text{, si } supp_{M_{GK}}^f(A \rightarrow B) \leq 0,5 \\ 1 & \text{, si } supp_{M_{GK}}^f(A \rightarrow B) = 1 \end{cases}$$

La méthode de classification hiérarchique implicative et cohésive selon la mesure d'intérêt  $M_{GK}$  (-CHIC –  $M_{GK}$ ) est basée sur la cohésion  $coh_{supp_{(n)M_{GK}}^f}$  (Rakotomalala et al. (2018)).

## 4 Résultats de l'analyse implicative selon CHIC – $M_{GK}$ et interprétations

### 4.1 Caractéristiques des variables

Le Tableau 3 nous montre que l'enseignant est souvent devant à la classe ( $Lo_3$ ) et en train d'écrire au tableau ( $Lo_4$ ) avec un taux moyen respectif 76,56% et 52,34%. Tandis qu'il très rare de le voir sortir ( $Lo_7$ ) ou au fond de la classe ( $Lo_5$ ) avec un taux moyen respectif 01,56% et 00,78%. De plus, les postures scolaire ( $Pel_1$ ) et première faire ( $Pel_2$ ) sont très utilisées par les élèves avec un taux moyen respectif de 81,25% et 64,84%. Par contre, les élèves utilisent rarement les postures de refus et ludique-créative avec un taux moyen respectif de 02,34% et 07,81%.

Tableau 3 : Caractéristiques des variables

Variabes	Occurrence	Moyenne
$Lo_1$ : Au bureau du maitre	33	25,78
$Lo_2$ : À la table d'élève	34	26,56
$Lo_3$ : devant, face à la classe	98	76,56
$Lo_4$ : Ecrire au tableau	67	52,34
$Lo_5$ : Sortir de classe	2	01,56
$Lo_6$ : Circuler	34	26,56
$Lo_7$ : Au fond de la classe	1	00,78
$Pel_1$ : posture scolaire	104	81,25
$Pel_2$ : posture première faire	83	64,84
$Pel_3$ : posture ludique-créative	10	07,81
$Pel_4$ : posture reflexive	36	28,13
$Pel_5$ : posture de refus	3	02,34
$Pel_6$ : posture dogmatique	25	19,53

### 4.2 Résultats et interprétations

#### 4.2.1 Résultats selon $M_{GK}$

Pour valider le lien implicatif entre deux variables du contexte, nous utilisons le test d'indépendance  $X^2$  pour un seuil  $\alpha = 10\%$  (soit  $X^2 = 2,7$ ), nous obtenons 26 règles valides selon  $M_{GK}$  (Cf. Tableau 4) :

- **r(1)** :  $Lo_1 \Rightarrow Lo_2$  : L'enseignant qui est au bureau du maitre va souvent à la table d'élève.
- **r(2)** :  $Lo_1 \Rightarrow Pel_3$  : L'enseignant qui est au bureau du maitre met souvent l'élève en posture ludique-créative.

- **r(3)** : Lo1  $\Rightarrow$  Pel5 : L'enseignant qui est au bureau du maitre met souvent l'élève en posture de refus.
- **r(4)** : Lo2  $\Rightarrow$  Lo1 : L'enseignant qui est à la table d'élève va souvent au bureau du maitre.
- **r(5)** : Lo2  $\Rightarrow$  Lo6 : L'enseignant qui est à la table d'élève engendre la circulation.
- **r(6)** : Lo3  $\Rightarrow$  Lo4 : L'enseignant qui est devant les élèves met l'enseignant en écriture au tableau.
- **r(7)** : Lo3  $\Rightarrow$  Pel6 : L'enseignant qui est devant les élèves met l'élève en posture dogmatique.
- **r(8)** : Lo4  $\Rightarrow$  Lo3 : L'enseignant qui écrit au tableau implique que l'enseignant est devant les élèves.
- .
- .
- .
- **r(25)** : Pel6  $\Rightarrow$  Pel3 : L'élève qui est en posture dogmatique met généralement l'élève en posture ludique-créative.
- **r(26)** : Pel6  $\Rightarrow$  Pel4 : L'élève qui est en posture dogmatique met souvent l'élève en posture réflexive.

Tableau 4 : Règles valides selon  $M_{GK}$

$M_{GK}^f$	Lo1	Lo2	Lo3	Lo4	Lo5	Lo6	Lo7	Pel1	Pel2	Pel3	Pel4	Pel5	Pel6
Lo1		0,175								0,08		0,069	
Lo2	0,168					0,279							
Lo3				0,336									0,062
Lo4			1										0,091
Lo5										0,458			
Lo6		0,279											
Lo7													1
Pel1													0,044
Pel2													
Pel3	0,326				0,086							0,078	0,254
Pel4													0,31
Pel5	1									0,277			
Pel6			0,829	0,412			0,032	0,787		0,089	0,499		

#### 4.2.2 Graphe implicative

Le graphe de la Figure 1 compte un total de 7 sommets et 5 arêtes. Le sommet Pel5 (posture de refus) possède un arc sortant vers Lo1 (l'enseignant est au bureau du maître), avec une valeur de support normalisé selon  $M_{GK}$  de 1.0, i.e. «souvent, quand les élèves n'ont pas fait leur travail en classe, dans ce cas l'enseignant a resté devant à son bureau». Le sommet Lo3 (L'enseignant est devant, face à la classe) a deux arcs entrant du sommet Lo4 (l'enseignant est en train d'écrire au tableau) et du sommet Pel6 (dogmatique) avec une valeur d'implication respectif de 1,0 et 0,829, ce qui indique « qu'il y une forte chance de voir l'enseignant qui reste devant face à la classe est à la fois en train d'écrire au tableau et que les élèves restent en posture dogmatique ». Le sommet Pel6 (posture dogmatique) est connecté par deux arcs : l'un venant du sommet Lo7 (l'enseignant est au fond de la classe) et l'autre vers le sommet Pel1 (posture scolaire), avec des valeurs de supports normalisées respectifs 1,0 et 0,787,

i.e. «l'élève en posture dogmatique est souvent en posture scolaire à la fois, de la manière que l'enseignant reste au fond de la classe ».

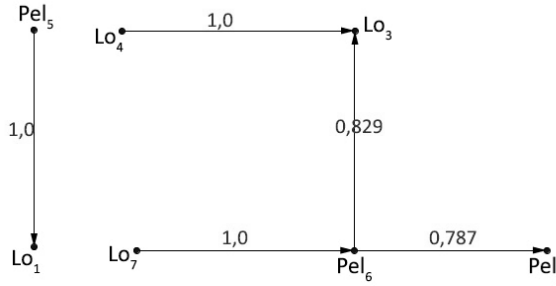


Figure 1 : Graphe implicatif des positions de l'enseignant et des postures des élèves.

4.2.3 Résultats selon la cohésion

Le Tableau 5 présente la cohésion des paires de variables parmi les 26 règles d'association valides, mesurée selon la  $M_{GK}$ . Les paires de variables  $Lo_4$  et  $Lo_3$ ,  $Lo_7$  et  $Pel_6$ ,  $Pel_5$  et  $Lo_1$  sont indéniablement liées avec une cohésion de 1 pour chaque paire. La cohésion entre les paires de variables  $Pel_6$  et  $Lo_3$  est de 0,751, tandis que celle entre  $Pel_6$  et  $Pel_1$  est de 0,665.

Suite à la classification hiérarchique des règles valides, trois méta-règles ont été obtenues et sont présentées dans le dendrogramme de la Figure 2 :

- **R(1)** : ( $Pel_5 \Rightarrow Lo_1$ ) : L'élève qui est en posture de refus implique souvent que l'enseignant est au bureau du maître.
- **R(2)** : ( $Lo_4 \Rightarrow Lo_3$ ) : L'enseignant qui écrit au tableau implique que l'enseignant est devant les élèves.
- **R(3)** : ( $Lo_7 \Rightarrow Pel_6$ ) : L'enseignant qui est au fond de la classe met souvent l'élève en posture dogmatique.

Tableau 5 : Cohésions des couples de variables à base de  $supp_{(n)M_{GK}}^f$

$coh_{supp_{(n)M_{GK}}^f}$	Lo1	Lo2	Lo3	Lo4	Lo5	Lo6	Lo7	Pel1	Pel2	Pel3	Pel4	Pel5	Pel6
Lo1		0								0		0	
Lo2	0					0							
Lo3				0									0
Lo4			1										0
Lo5										0			
Lo6		0											
Lo7													1
Pel1													0
Pel2													
Pel3	0				0							0	0
Pel4													0
Pel5	1									0			
Pel6			0,751	0			0	0,665		0	0		

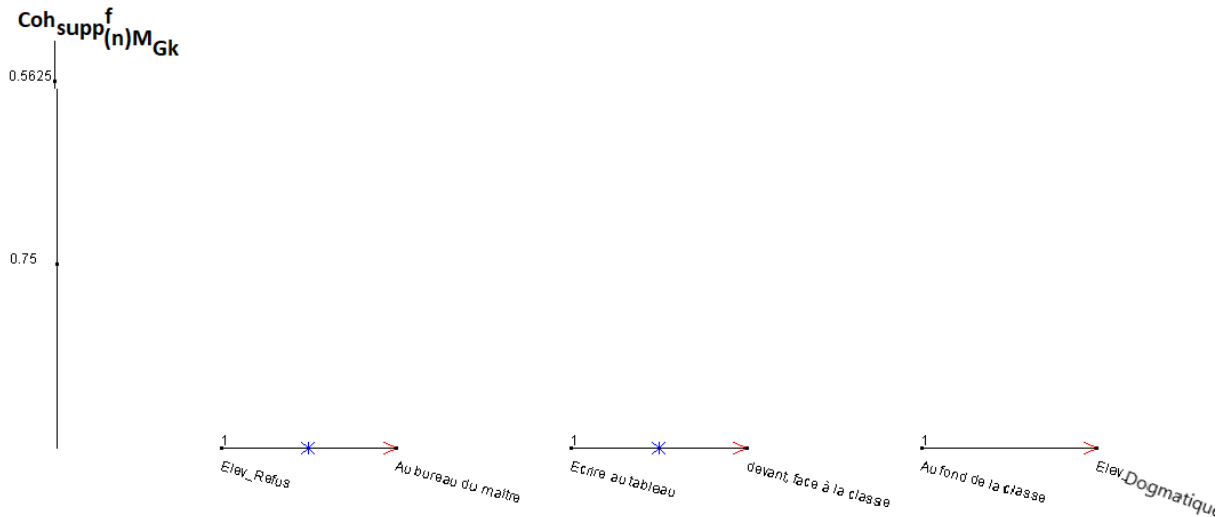


Figure 2: Dendrogramme

### 4.3 Discussion et suggestions

Les résultats de notre analyse offrent un éclairage significatif sur les dynamiques enseignant-élève en classe, mettant en lumière des relations importantes entre les variables étudiées tels que les positions de l'enseignant dans la salle de classe et les postures d'études des élèves. L'examen du graphe révèle une structure complexe, soulignant l'interconnexion des différents aspects du contexte de la salle de classe. Avec 7 sommets et 5 arêtes, le graphe illustre la richesse des interactions observées.

En ce qui concerne les méta-règles identifiées, elles fournissent des indications précieuses sur les corrélations entre les positions de l'enseignant et les postures des élèves. Par exemple, la méta-règle R(1) suggère qu'une posture de refus chez les élèves est souvent associée à la présence de l'enseignant au bureau du maître, mettant en lumière l'importance de l'autorité perçue dans les interactions enseignant-élève.

Les Figure 3 et

Figure 4 donnent un extrait d'image de la séquence 9 de la vidéo, montrant les travaux que les élèves sont censés faire, tandis que l'autre ne fait que dormir en classe. Pendant ce court moment d'exercice, l'enseignant



était assis au bureau du maître, devant l'écran de son ordinateur.

Figure 3 : Travaux demandés aux élèves





*Figure 4 : Élève dort pendant le temps d'exercice*

De plus, l'analyse de la cohésion des paires de variables renforce la validité des relations identifiées. Les fortes cohésions entre certaines paires de variables, telles que  $LO_4$  et  $LO_3$ ,  $LO_7$  et  $PEL_6$ , et  $PEL_5$  et  $LO_1$ , soulignent la solidité des liens entre les positions de l'enseignant et les postures des élèves.

Sur la base de ces résultats, plusieurs suggestions peuvent être formulées pour améliorer la dynamique enseignant-élève en classe. Tout d'abord, il est crucial pour les enseignants de prendre conscience de l'impact de leur position physique sur le comportement des élèves et d'adapter leur positionnement en conséquence. En encourageant une communication ouverte et une proximité émotionnelle avec les élèves, les enseignants peuvent favoriser un environnement d'apprentissage positif et propice à la participation active.

En fin, l'intégration de stratégies pédagogiques qui favorisent l'interaction et l'engagement des élèves, quelle que soit la position physique de l'enseignant, peut contribuer à créer une atmosphère dynamique et stimulante en classe. Enfin, la sensibilisation des enseignants aux dynamiques enseignant-élève, telles que celles révélées par notre analyse, peut les aider à mieux comprendre et à gérer les interactions complexes qui se produisent en classe, favorisant ainsi un environnement d'apprentissage optimal pour tous les élèves.

## **5 Conclusion**

Pour conclure, cette étude s'est concentrée sur une approche novatrice consistant à analyser les emplacements de l'enseignant pendant son enseignement et les postures d'apprentissage des élèves lors des cours de mathématiques axés sur la résolution de problèmes de proportionnalité, en classe de 3<sup>ème</sup> au collège Bourbon, à l'île de La Réunion.

La théorie de l'Analyse Statistique Implicative (ASI), plus précisément la Classification Hiérarchique Implicative et Cohésive (CHIC) étendue par la méthode  $M_{GK}$  (CHIC- $M_{GK}$ ), a été utilisée pour analyser les vidéos obtenues lors de l'enseignement, segmentées en 128 séquences. Les résultats montrent que l'enseignant se trouve souvent devant la classe ( $LO_3$ ) et écrit au tableau ( $LO_4$ ) avec des taux moyens respectifs de 76,56 % et 52,34 %. De plus, les postures scolaires ( $PEL_1$ ) et « première faire » ( $PEL_2$ ) sont fréquemment adoptées par les élèves, avec des taux moyens respectifs de 81,25 % et 64,84 %. Par ailleurs, l'enseignant qui écrit au tableau implique qu'il se trouve devant les élèves. En revanche, lorsqu'un élève adopte une posture de refus, cela suggère souvent que l'enseignant est assis à son bureau. Enfin, lorsque l'enseignant se tient au fond de la classe, cela peut inciter les élèves à adopter une posture dogmatique, reflétant une certaine distance et un manque d'engagement de la part de l'enseignant.

En fin, l'intégration de stratégies pédagogiques favorisant l'interaction et l'engagement des élèves, quelle que soit la position physique de l'enseignant, peut contribuer à créer une atmosphère dynamique et stimulante en classe. De plus, sensibiliser les enseignants aux dynamiques enseignant-élève, telles que celles révélées par notre analyse, peut les aider à mieux comprendre et gérer les interactions complexes en classe, favorisant ainsi un environnement d'apprentissage optimal pour tous les élèves. Des formations sur les gestes et la position des enseignants durant l'enseignement seront cruciales pour la réussite des élèves.

## Références

- Agrawal, R., T. Imielinski, et A. Swami (1993). Mining association rules between sets of items in large databases. In Proceedings of the 1993 ACM SIGMOD international conference on Management of data, pp. 207–216.
- Auzéau, F. (2016). Le corps : un allié de l'enseignant souvent oublié. *Synergies France* (10).
- Bucheton, D. et Y. Soulé (2009). Les gestes professionnels et le jeu des postures de l'enseignant dans la classe : un multi-agenda de préoccupations enchâssées. *Éducation et didactique* 3, 29–48.
- Cédric, B. et P. Chrysta (2008). Les gestes professionnels de l'enseignant : une analyse pédagogique et une représentation informatisée pour la formation l'exemple des langues étrangères. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire International Journal of Technologies in Higher Education*.
- Denizci, C. (2017). Usage des gestes emblématiques en didactique du français langue étrangère. *Synergies Turquie* (10), 69--83.
- Dias, T. (2016). Labo-maths-expérience octogonale avec geogebra.
- Ferré, G. (2010). Relations temporelles entre parole et gestualité co-verbale en français spontané. In Journées d'Etude sur la Parole, pp. 13--16.
- Gras, R. (1979). Contribution à l'étude expérimentale et à l'analyse de certaines acquisitions cognitives et de certains objectifs didactiques en mathématiques. Ph. D. thesis, Thèse d'Etat, Université de Rennes I.
- Gras, R., A. Totohasina, S. Almouloud, H. Ratsimba-Rajohn, et M. Bailleul (1994). La méthode d'analyse implicative en didactique, applications. *Vingt ans de didactique des mathématiques. La Pensée Sauvage*.
- Guechi, L. A. (2016). L'accompagnement du geste à la parole dans l'enseignement/apprentissage du français langue étrangère : une étude descriptive de la gestuelle des enseignants. *Synergies Algérie* (23), 263--272.
- Linard, M. (2000). L'autonomie de l'apprenant et les tic. Actes des Deuxièmes rencontres Réseaux Humains/Réseaux Technologiques. Poitiers 24, 41–49.
- Rajaonarimanana, Herinaina, E. et A. Totohasina (2019). Initiation au tic par geogebra dans des classes de mathématiques. *Revue Didaktika* 3, 78–99.
- Rakotomalala, H. F. (2019). Classification Hiérarchique Implicative et Cohésitive selon la mesure MGK-Application en didactique de l'informatique. Ph. D. thesis, Université d'Antananarivo.
- Rakotomalala, H. F., B. B. Ralahady, et A. Totohasina (2018). A novel cohesitive implicative classification based on and application on diagnostic on informatics literacy of students of higher education in madagascar. In Third International Congress on Information and Communication Technology : ICICT 2018, London, pp. 161–174. Springer.
- Rakotomalala, H. F. et A. Totohasina (2018). An efficient new cohesion indice based on the quality measure of association rules MGK. In 2018 Second World Conference on Smart Trends in Systems, Security and Sustainability (WorldS4), pp. 28–35. IEEE.
- Rakotomalala, H. F., A. Totohasina, et J. Diatta (2017). Extraction des règles d'associations  $M_{GK}$  valides avec contribution de support. Actes des 24èmes rencontres de la Société Francophone de Classification SFC, 29–32.

Ratsimba-Rajohn, H. et R. Gras (1992). Contribution à l'étude de la hiérarchie implicative : application à l'analyse de la gestion didactique des phénomènes d'ostension et de contradictions. Ph. D. thesis, Rennes 1.

Ravelomanana, J. C., Razafindrabehta, L. A., Ravelojaona, V. T. F., Rakotomalala, H. F., Totohasina, A. (2024). Interaction Between Teacher Posture, Weaving Gesture and Student Posture Using the ICHC-MGK Software, Case of Teaching Geometric Figures at Sacré-Cœur, Saint-Denis of Réunion. American Journal of Education and Information Technology, 8(1), 49-59. <https://doi.org/10.11648/j.ajeit.20240801.16>

Pine, K. J., T. Knott, et B. C. Fletcher (2010). Quand faire des gestes permet de mieux apprendre. *Enfance* 3(3), 355--368.

Totohasina, A. (1994). L'introduction du concept de probabilité conditionnelle : avantages et inconvénients de l'arborescence.

Touré, S. (2002). L'enseignement des mathématiques dans les pays francophones d'Afrique et de l'océan indien. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik* 34, 175–178.

**Annexe : Tableau du contexte binaire**

Séquences	Lo <sub>1</sub>	Lo <sub>2</sub>	Lo <sub>3</sub>	Lo <sub>4</sub>	Lo <sub>5</sub>	Lo <sub>6</sub>	Lo <sub>7</sub>	Pel <sub>1</sub>	Pel <sub>2</sub>	Pel <sub>3</sub>	Pel <sub>4</sub>	Pel <sub>5</sub>	Pel <sub>6</sub>
Seq1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Seq2	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq3	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1
Seq4	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1
Seq5	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Seq6	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1
Seq7	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1
Seq8	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Seq9	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0
Seq10	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0
Seq11	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
Seq12	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
Seq13	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
Seq14	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Seq15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Seq16	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq17	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq18	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq19	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1
Seq20	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
Seq21	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1
Seq22	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1
Seq23	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
Seq24	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Seq25	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
Seq26	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
Seq27	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
Seq28	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1

Seq29	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq30	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq31	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1
Seq32	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1
Seq33	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq34	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1
Seq35	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Seq36	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq37	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq38	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq39	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1
Seq40	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
Seq41	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0
Seq42	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
Seq43	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
Seq44	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
Seq45	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1
Seq46	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Seq47	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq48	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
Seq49	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1
Seq50	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
Seq51	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq52	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1
Seq53	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1
Seq54	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Seq55	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Seq56	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
Seq57	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq58	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1
Seq59	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq60	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq61	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq62	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1
Seq63	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
Seq64	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
Seq65	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq66	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq67	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
Seq68	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1
Seq69	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq70	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq71	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
Seq72	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0

Seq73	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq74	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq75	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq76	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Seq77	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq78	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq79	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1
Seq80	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Seq81	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Seq82	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq83	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq84	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq85	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Seq86	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Seq87	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Seq88	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Seq89	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
Seq90	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq91	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Seq92	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Seq93	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Seq94	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Seq95	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Seq96	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Seq97	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Seq98	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Seq99	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Seq100	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Seq101	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Seq102	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Seq103	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Seq104	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Seq105	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Seq106	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Seq107	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Seq108	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Seq109	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Seq110	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Seq111	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
Seq112	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Seq113	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Seq114	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Seq115	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Seq116	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Seq117	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Seq118	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
Seq119	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Seq120	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
Seq121	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
Seq122	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Seq123	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
Seq124	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Seq125	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Seq126	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Seq127	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
Seq128	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0