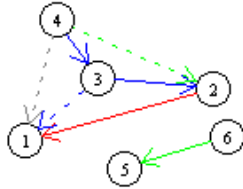


Università degli Studi di Palermo

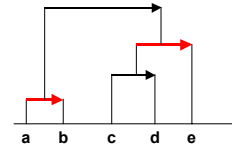
**ACTES**  
*Cinquième Colloque  
International A.S.I.*



**PROCEEDINGS**  
*Fifth International  
Conference S.I.A.*



**ATTI**  
*Quinto Convegno  
Internazionale A.S.I.*



## Analyse Statistique Implicative

*Objet de recherche et de formation en analyse des données, outil pour la  
recherche multidisciplinaire*

**Prolongement des débats.**

## Analisi Statistica Implicativa

*Oggetto di ricerca e di formazione in analisi di dati, strumento per la  
ricerca multidisciplinare.*

*Prolungamento di dibattiti*

## Implicative Statistic Analysis

*Implicative Statistic Analysis as an object of research and training in data  
analysis, a means for multidisciplinary investigation.*

*Beyond of the debates*



**Palermo, 5-7 Novembre 2010**

Supplemento n.1, N. 20, 2010 - *Quaderni di Ricerca in Didattica Matematica*

ISSN on-line 1592-4424

Editors : Jean-Claude Régnier, Régis Gras, Filippo Spagnolo, Benedetto Di Paola



## **Remerciements**

Nous tenons à remercier les différents organismes qui nous ont apporté un soutien pour la tenue de ces Journées sur les plans scientifique, financier et logistique :

*Université Lumière Lyon2 (Lyon France)*

*Laboratoire de recherche : Unité Mixte de Recherche UMR 5191 – ICAR*

*Association pour la Recherche en Didactique des Mathématiques (ARDM),*

*Association Extraction et Gestion des Connaissances (EGC),*

*Université de Palerme, en la personne de son Recteur, le Professeur  
Giuseppe Silvestri,*

*Faculté des Sciences de la Formation, en la personne du Professeur  
Patrizia Lendinara,*

*École Polytechnique de l'Université de Nantes,*

*Laboratoire d'Informatique de Nantes (LINA),*

*Gruppo di Ricerca sul l'Insegnamento della Matematiche (GRIM)*

*Société PerformanSe SA, Carquefou- Nantes,*

**ou leur parrainage scientifique :**

*Società Italiana di Statistica (SIS)*

*Société française de Statistique (SFdS)*

*Société Francophone de Classification  
(SFC),*

*International Association for Statistical  
Education (IASE)*

**Le président du comité scientifique : Jean-Claude Régnier**

**Le Président d'honneur : Régis Gras**

**Le Président du comité d'organisation : Filippo Spagnolo**

***PRÉFACE de l'édition numérique des actes issus des communications et des débats réalisés au 5ème Colloque sur l'A.S.I.***

*Palerme, 5-7 Novembre 2010*

**Jean-Claude Régnier  
Régis Gras  
Filippo Spagnolo**

**A.S.I. – Analyse statistique implicative : une fois de plus, de quoi s'agit-il ?**

En cherchant à cerner la question de l'origine et du développement de l'Analyse Statistique Implicative, Régis Gras et Jean-Claude Régnier considèrent qu'« à ce jour, (elle) désigne un champ théorique centré sur le concept d'implication statistique ou plus précisément sur le concept de quasi-implication pour le distinguer de celui d'implication logique des domaines de la logique et des mathématiques. L'étude de ce concept de quasi-implication en tant qu'objet mathématique, dans les champs des probabilités et de la statistique, a permis de construire des outils théoriques qui instrumentent une méthode d'analyse de données. »<sup>1</sup> (Gras, Régnier, 2009 p.12).

C'est dans ce cadre théorique global que ce cinquième colloque sur l'Analyse Statistique Implicative ASI5 a été organisé. Si une part importante du développement de l'analyse statistique implicative revient aux travaux conduits, dirigés ou impulsés par Régis Gras depuis les années 70, ce développement s'est aussi largement réalisé au travers de rencontres internationales comme celles qui se sont tenues successivement à l'IUFM de Caen (France) en 2000, à l'Université PUC à Sao Paulo (Brésil) en 2003, à l'Université de Palerme (Italie) en 2005, et à l'Université de Castellón (Espagne) en 2007 durant la présente décennie. Ces colloques furent l'occasion de présentations de travaux qui ont donné lieu à discussions et débats, contribuant au développement de la théorie et à son ouverture à une variété d'applications. Cette cinquième édition s'est inscrite dans la continuité des précédentes. Comme pour toute science, ce colloque visait l'objectif de la capitalisation des connaissances construites par chacun des membres de la communauté des « aficionados » de l'A.S.I. avec une approche basée sur

---

<sup>1</sup> Gras R., Régnier J.-C., Guillet F. (Eds) (2009) *Analyse Statistique Implicative. Une méthode d'analyse de données pour la recherche de causalités*. RNTI-E-16 Toulouse Cépaduès Editions. Consultable : [http://www.cepadues.com/livre\\_details.asp?l=897](http://www.cepadues.com/livre_details.asp?l=897)

l'utilisation de l'outil fondamental : le logiciel CHIC qui de ce fait même reste soumis à de permanentes évolutions.

Ce logiciel dont la dénomination CHIC est l'acronyme de Classification Hiérarchique Implicative et Cohésitive, fut développé au début des années 90 par Saddo Ag Almouloud, puis Harrisson Ratsimba-Rajohn, et maintenant par Raphaël Couturier. Des informations sont accessibles à l'URL :

<http://www.ardm.eu/contenu/logiciel-d-analyse-de-donnees-chic/>

Il est à ce jour dans sa version 5.0 utilisable dans six langues : anglais, espagnol, français, italien, portugais et slovaque, et permet :

- de traiter différents types de variables (binaires, modales, fréquentielles, intervalles, floues),
- de quantifier la significativité des valeurs attribuées à la qualité, la consistance de la règle associée à la relation implicative entre variables, entre classes ordonnées de règles, à la typicalité et la contribution des sujets ou de catégories de sujets à certaines règles,
- de représenter, par un graphe, pour un seuil de qualité choisi, des chemins de règles et, par une hiérarchie, des règles entre règles (que l'on appelle aussi règles généralisées),
- de supprimer, d'ajouter, de conjointre des variables.
- de représenter par une hiérarchie ascendante les classes de similarité des variables.

Une nouvelle fonctionnalité : *Réduction*, a été introduite dans cette dernière version qui s'inscrit pleinement dans le cadre de la théorie de l'implication statistique (A.S.I.) de R.Gras. Ce sous-programme de CHIC permet de ramener un ensemble de variables, qui peut être très volumineux, à un sous-ensemble plus réduit dont l'utilisateur a la maîtrise du seuil de réduction tout en tentant de minimiser l'information occultée. Pour ce faire, on définit un critère d'équivalence entre variables sur la base de l'un des deux indices d'implication (classique et entropique) et d'un critère plus complexe intégrant ces mesures ainsi que le support. La considération simultanée de l'implication et de sa contraposée garantit la qualité et la consistance de la classe, ce qui conduit à une sélection sévère des éléments équivalents. Le programme élimine alors toutes les variables d'une classe d'équivalence sauf une qui en sera le représentant. Ce choix se fait sur un critère de minimisation des distances au sein de chaque classe.

## **A.S.I. – Analyse statistique implicative : quelques-uns de ses lieux de débats et de construction.**

Pour mémoire, le premier colloque ASI1 qui s'était tenu à l'Institut de Formation des Maîtres de Caen (France) les 23-24 Juin 2000 à Caen et avait été organisé par Marc Bailleul et Régis Gras, avait une thématique générale centrée sur « La fouille dans les données par la Méthode Statistique Implicative ». Ce choix correspondait à une orientation prometteuse quand on considère le développement et les activités de l'association EGC (**E**xtraction et **G**estion des **C**onnaissances). Rappelons que la "fouille dans des données" (encore appelée "Knowledge Discovery in Databases" ou encore "Data Mining" dans la littérature anglo-saxonne) part, en général, du croisement de sujets (ou objets) et de variables (propriétés ou attributs) binaires, ordinales ou numériques. Son objectif majeur consiste à conjecturer des modèles basés sur des relations quantitatives ou qualitatives et des structures induites à partir des données. Différentes méthodes, comme l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C.), la Classification Ascendante Hiérarchique (C.A.H.), sont communément utilisées pour de telles fouilles dans des données. Parmi elles, l'Analyse Statistique Implicative (A.S.I.) vise l'extraction de connaissances, d'invariants, de règles inductives non symétriques consistantes, et accorde une mesure à des propositions du type « quand a est choisi, on a tendance à choisir b ».

Le deuxième colloque ASI2 a été organisé à l'Université PUC de São Paulo (Brésil) les 9-11 Juillet 2003, par Saddo Ag Almouloud sur la thématique globale « O metodo estatístico implicative utilizado em estudos qualitativos de Régis Gras de associação. Contribuição à pesquisa em Educação »

Le troisième colloque ASI3 a été organisé par Filippo Spagnolo de l'Université de Palerme à Palerme (Italie) les 6-8 octobre 2005.

Le quatrième colloque ASI4 s'est tenu à l'Université Jaume I de Castellón de la Plana (Espagne) les 18-21 octobre 2007 et fut organisé par Pilar Orus et Pablo Gregori.

Chacun de ces colloques a donné lieu à la publication d'actes sous forme papier et sous forme numérique accessible en ligne, permettant de diffuser les communications qui avaient été soumises à l'expertise critique des membres du comité scientifique.

Pour revenir à l'actualité de ce cinquième colloque ASI5, il a été l'occasion, comme cette nouvelle édition des actes le rapporte, d'entendre près de 30 communications qui avaient été retenues par le comité scientifique parmi celles qui avaient été soumises, et ainsi de poursuivre le débat. Rappelons qu'entre le précédent colloque ASI4 et celui-ci, une publication majeure francophone a été réalisée avec l'ouvrage *Analyse Statistique Implicative. Une méthode d'analyse de données pour la recherche de causalités*, diffusé par Cépaduès Editions (Toulouse France), qui a permis de faire un point global à l'étape de 2009 constituant une actualisation significative de l'ouvrage de 1996, *L'implication statistique*, édité par La Pensée Sauvage Editeur (Grenoble France). Une deuxième publication majeure anglophone a été réalisée avec l'ouvrage2 **de 2008, *Statistical Implicative Analysis* diffusé par Springer-Verlag, (Berlin-Heidelberg, Allemagne)**. Enfin une troisième en espagnol a aussi été produite avec l'ouvrage3 de 2009 *Teoria y Aplicaciones del Analisis Estadistico Implicativo*, diffusé par Universitat Jaume-I, (Castellon Espagne). La dimension internationale a été, dans cette cinquième édition, amplifiée par le fait que les cinq idiomes : anglais, espagnol, français, italien et portugais, ont été acceptés comme langue d'expression pour les communications. Cette option nous a placés devant un nouveau défi pour éviter une sorte de babélisation qui a appelé chaque participant à une attention particulière en acceptant de se mettre dans une situation d'intercompréhension. Comme lors des autres colloques, des chercheurs venant d'Allemagne, Brésil, Chili, Chypre, Espagne, France, Gabon, Grèce, Italie, Japon, U.S.A., etc. sont venus présenter leurs travaux qui portent sur l'ASI soit comme objet, soit comme outil, soit encore comme objet d'enseignement et d'apprentissage.

Les thèmes privilégiés qui avaient été proposés dans l'appel à contributions, étaient :

- Concepts fondamentaux en ASI : modèles statistiques, types de variables, variables principales et supplémentaires
- Avancées nouvelles en cours, stabilité des indices, extension à de nouveaux types de variables, règles d'exception; dualité espace des sujets - espace des règles, structure métrique et topologie de l'espace des sujets induites par leur contribution ou leur typicalité, analyse vectorielle
- Comparaison critique des démarches, des modèles, des représentations et des résultats de l'ASI avec ceux d'autres méthodes d'analyse de données (treillis de Galois, réseaux bayésiens, arbres d'induction, analyses factorielles, etc. )
- Pratique du logiciel CHIC, les développements actuels et attendus

---

2 Gras R., Suzuki E., Guillet F., Spagnolo F. (Eds) (2008) *Statistical Implicative Analysis*, Berlin-Heidelberg : Springer-Verlag, ISBN : 978-3-540-78982-6

3 Orus P., Zemora L., Gregori P. (Eds) (2009) *Teoria y Aplicaciones del Analisis Estadistico Implicativo*, Castellon : Universitat Jaume-I, ISBN : 978-84-692-3925-4

- Applications traitées par l'ASI et comparativement avec d'autres méthodes, dans les domaines de la didactique, des sciences de l'éducation, de la psychologie, de la sociologie, de l'économie, de l'histoire de l'art, de la biologie, de la médecine, de l'archéologie, etc.
- Présentations graphiques et numériques des résultats applicatifs, aides à l'interprétation de ces résultats, rôles respectifs et critiques des types de variables principales et supplémentaires choisies
- Spécificités de la formation à l'ASI : usage du logiciel CHIC, interprétation des représentations graphiques (graphe implicatif ; arbre de la hiérarchie cohésitive)
- Problématiques de didactique de l'ASI

Pour ce qui est resté résolument dans la continuité, le programme de ce colloque ASI5 s'est efforcé de maintenir son orientation pour satisfaire l'intérêt d'une alternance équilibrée entre des communications portant sur des approches théoriques ou sur des mises en application, et des travaux pratiques sur le logiciel CHIC, qui a toujours été souligné favorablement à la fois par les chercheurs chevronnés et par les jeunes chercheurs. Nous fondons ce choix sur le fait que les démarches dévoilées de conceptualisation, d'analyse et d'interprétation sont les plus utiles aux uns et aux autres et que les débats qui accompagnent chacune des interventions offrent l'occasion de préciser et de spécifier certains points permettant d'éclairer et de guider des recherches en cours ou à venir.

### **A.S.I. – Analyse Statistique Implicative : Objet de recherche et de formation en analyse des données, outil pour la recherche multidisciplinaire Prolongement des débats.**

Le présent ouvrage en format numérique s'inscrit dans la logique constructive évoquée tout au long des propos précédents. Il rassemble les communications modifiées par les auteurs qui ont tenté de prendre en considération les remarques critiques et les suggestions qui ont surgi lors des débats organisés après chaque présentation. Si la première édition des actes en format imprimé a été organisée en fonction de la langue d'expression, cette nouvelle édition est organisée de manière plus thématique.

Au plus haut niveau, nous avons considéré les trois grandes catégories :

- Contributions aux fondements et développements théoriques de l'A.S.I.
- Applications de l'A.S.I.
- Questions autour de la Formation à l'A.S.I.

Puis nous avons subdivisé la seconde catégorie en fonction des domaines d'application. Nous en avons identifié sept dans ce dernier colloque :

- Didactique des mathématiques, didactique des sciences



- Étude de questions relatives à la formation des enseignants, aux pratiques d'enseignement
- Étude des effets et usages des TICE et ENT, et des formations à distance
- Domaine de l'évaluation
- Histoire de l'art
- Épidémiologie
- Étude de phénomènes socio-économiques

C'est pourquoi nous avons organisé cette publication selon la structure suivante :

### **Contributions aux fondements et développements théoriques de l’A.S.I.**

- pp. 19-57 Spécificités de l'Analyse Statistique Implicative (A.S.I.) par rapport à d'autres mesures de qualité de règles d'association **Régis Gras**  
**Raphaël Couturier**
- pp. 59-84 Imputation multiple de données manquantes par l'Analyse Statistique Implicative **Pablo Gregori,**  
**Josep V. Felip-Bardoll**  
**Régis Gras**
- pp. 85-99 L'analyse statistique implicative vectorielle : une application au domaine de la description personologique en passation répétée. **Daniel Pasquier**  
**Régis Gras**  
**Raphaël Couturier**
- pp. 101-121 Le rôle des variables supplémentaires dans l'analyse statistique implicative. Une recherche sur la professionnalisation des enseignants. **Marc Bailleul**
- pp. 123-135 Pour une approche implicative confirmatoire : l'exemple des stratégies identitaires des migrants. **Daniel Pasquier**  
**Caroline Temple**

### **Applications de l’A.S.I. : Didactique des mathématiques, didactique des sciences**

- pp. 137-164 Ostension et rapport des professeurs de l'enseignement secondaire vis-à-vis de la notion de limite de fonctions **Eduardo Lacasta**  
**Miguel R. Wilhelm**  
**Mariana Montiel**
- pp. 165-186 Registres et praxis pour la numération de position en base quelconque – une étude statistique en France et en Grèce **Kostas**  
**Nikolantonakis,**  
**Laurent Vivier**
- pp. 187-207 La didactique des sciences dans la formation des professeurs de lycée et collège de Sciences de la Vie et de la Terre: analyse cohésitive orientée des mémoires professionnels **Laurence Ndong**
- pp. 209-223 La apropiación de los criterios de optimización en Cálculo Diferencial de estudiantes de Carreras no matemáticas. **Ismenia Guzmán**  
**Retamal**  
**Lidia Ortega Silva**  
**Ximena Tapia Silva**  
**Neumarino**  
**Rodríguez Ventura**
- pp. 225-243 Examining primary school students' operative apprehension of geometrical figures through a comparison between the hierarchical clustering of variables, implicative statistical analysis and confirmatory factor analysis **P. Michael**  
**I. Elia**  
**A. Gagatsis**  
**P. Kalogirou**
- pp. 245-262 Preservice teachers' approaches in function problem solving: A comparative study between Cyprus and Italy **Annita Monoyiou**  
**Athanasios**  
**Gagatsis**
- pp. 263-282 Exploring the use of number line in additive problem solving by applying the Statistical Implicative Analysis **Iliada Elia**

**Applications de l’A.S.I. : étude de questions relatives à la formation des enseignants, aux pratiques d’enseignement**

- pp. 283-299 Étudier les différenciations des élèves au travers des pratiques de classes et des pratiques langagières des enseignants **Dominique Lahanier-Reuter**
- pp. 301-321 Pre-service teachers’ performance on the learning of probability distributions and the role of projects: A multilevel statistical analysis **Sofia Anastasadiou**

**Applications de l’A.S.I. : étude des effets et usages des TICE et ENT, et des formations à distance**

- pp. 323-348 Os metaversos no contexto da pesquisa em educação: metodologia e análise estatística implicativa **Luciana Backes Eliane Schlemmer**
- pp. 349-358 The role of technologies in the argumentative and demonstrative process **Luigi Menna**
- pp. 359-382 Análisis de retos propuestos en la enseñanza a distancia de las Matemáticas **Miguel Delgado Pineda, José Leandro de María González, Teresa Ulecia García**

**Applications de l’A.S.I. : domaine de l’évaluation**

- pp. 383-409 Vers un test adaptatif - critérié, combinant l'utilisation de l'IRT et de l'ASI, pour l'évaluation du socle commun de connaissances et de compétences **Antoine Bodin Equipe Socle Commun**
- pp. 411-424 A re-analysis of TIMSS data using Statistical Implicative Analysis **Reinhard Oldenburg**
- pp. 425-450 La diversité des désirs d’apprendre : quelles informations pratiques l’Analyse Statistique Implicative fournit-elle en regard des curriculums et de l’enseignement des sciences ? **Pascale Montpied Florence Le Hebel Valérie Fontanieu**
- pp. 451-475 El Análisis Estadístico Implicativo, instrumento común de investigación en una experiencia de cooperación multidisciplinar: “Visualizar” una expresión de discontinuidad del rendimiento académico en estudiantes universitarios de Matemática y Computación usando análisis estadístico implicativo **Larisa Zamora Matamoros Pilar Orús Báguena Jorge Díaz Silvera**
- pp. 477-496 Influencia del esquema aditivo en el desarrollo del razonamiento proporcional **Ceneida Fernández, S. Llinares**

### **Applications de l’A.S.I. : Histoire de l’art**

- pp. 497-522 L’histoire de l’art à l’épreuve de l’analyse statistique implicative : l’exemple de la structure iconique de l’image médiévale **Magali Guénot**

### **Applications de l’A.S.I. : Épidémiologie**

- pp. 523-544 Hepatitis C Virus-positive patients with persistently normal serum transaminase: a long-term follow-up **E. La Spada  
M. Soresi  
L. Giannitrapani  
G. Montalto  
F. Spagnolo**

### **Applications de l’A.S.I. : étude de phénomènes socio-économiques**

- pp. 545-558 L’analyse statistique implicative au service d’une étude sur l’anticipation des départs à la retraite **Jean-Claude Oriol  
Anicée Chancel**

### **Questions autour de la Formation à l’A.S.I.**

- pp. 559-578 Transparence pour comprendre, transparence pour agir : Questions autour d’un artefact informatique dans la formation à l’A.S.I. **Nadja Maria Acioly-Regnier  
Jean-Claude Régnier**
- pp. 579-591 Enseigner l’analyse statistique implicative à l’université : situations, conceptualisations, dialogues et obstacles **Jean-Claude Oriol  
Jean-Claude Régnier**