

# **Enseigner l’analyse statistique implicative à l’université : situations, conceptualisations, dialogues et obstacles.**

**Jean-Claude Oriol\***, **Jean-Claude Régnier\*\***

\*Université Lyon 2, IUT Lumière Cerral, Campus Porte des Alpes, Bron

\*\*Université Lyon 2, UMR 5191 ICAR, Lyon

jeanclaude.oriol@gmail.com, jean-claude.regnier@univ-lyon2.fr

**Résumé :** Cet article rend compte de plusieurs années d’enseignement de l’analyse statistique implicative dans le contexte particulier d’une formation pour étudiants de deuxième et troisième année à l’université de Lyon2 (France). D’une part il aborde la variété des situations d’apprentissage rencontrées et d’autre part il tente de cerner le champ conceptuel abordé et les obstacles rencontrés. Il est produit par l’observation de plusieurs groupes d’étudiants, dans le cursus « Statistique et Informatique décisionnelle » utilisant cette méthode pour la première fois dans le cadre de projets d’études statistiques.

**Mots clés :** situations d’enseignement, situations d’apprentissage, situations problèmes, obstacles, difficultés

**Abstract.** This article returns many years account of teaching of the statistical implicative analysis in the students particular context of the second and third year to the university of Lyon2 (France). On one hand it approaches the variety of the met situations of apprenticeship and on the other hand it tries to encircle the approached conceptual field and the met obstacles. It is produced by the observation of several groups of students, in the programme "Statistique et Informatique décisionnelle" (Statistical and computer decision-making) using this method for the first time within the framework of projects of statistical studies

## **1 Introduction**

Les conceptualisations mises en place dans le cas de l’apprentissage de l’analyse statistique implicative ont été l’objet, de notre part, de nombreuses observations sur plusieurs années de groupes d’étudiants partant d’un niveau zéro sur le sujet. Ces lignes portent le reflet de ces observations dans l’axe des conceptualisations mises en place dans ces activités. Nous avons déjà communiqué lors d’ASI4 à Castellon sur la construction de simulations permettant une fréquentation des concepts statistiques et en particulier ceux concernant l’analyse statistique implicative.

Nous rappellerons, en les simplifiant, les principaux éléments de cette approche appuyée sur la simulation et du contexte, et nous compléterons sur les obstacles rencontrés en relatant des extraits d'un « verbatim » du dialogue avec une étudiante en apprentissage de la méthode « ASI » et du logiciel CHIC (cette étudiante est apprenante dans une grande entreprise à Paris et suit les cours de licence en alternance à Lyon).

## **2 Le contexte**

### *2.1 IUT Lumière (Institut Universitaire de technologie) et département STID (Statistique et Informatique décisionnelle)*

Les entreprises sont devant une grande quantité d'informations à extraire de bases informatiques, et cette quantité augmente au fil du temps ; les traitements statistiques de ces informations doivent permettre aux responsables de ces entreprises de prendre des décisions appropriées au développement de leurs activités. Dans ce contexte le rôle des professionnels de la statistique comporte une forte composante visant à extraire et traiter des données sous forme numérique. De tels professionnels sont de plus en plus recherchés par les responsables d'organisations et par les chefs d'entreprises. Ainsi parmi les rôles que devrait remplir un département STID, il y a celui de former des techniciens aux métiers de la statistique, du traitement des données et de l'analyse de l'information afin d'apporter une réponse à ce besoin.

### *2.2 L'alternance à l'IUT Lumière*

Depuis sa création en 1992 l'IUT Lumière est le seul IUT à former ses étudiants complètement en alternance. Cette formation est ainsi construite : en première année les étudiants suivent un stage de sept semaines dans une entreprise pendant la période avril-mai, la deuxième année est réellement en alternance donnant lieu à la signature d'un contrat d'apprentissage (deux systèmes sont en place en GEA 2 jours + 3 jours, et pour tous les autres départements GLT STID QLIO et HSE une autre gestion du temps, à savoir 15 jours à l'IUT et 15 jours en entreprise). Dans tous les cas la surcharge horaire nous oblige à finir l'année en septembre (jury et délivrance des diplômes). Cette forme est désignée par "système 1+1".

### *2.3 Le département STID de l’IUT Lumière*

Le département STID de l’IUT Lumière a ouvert en septembre 1998. C’est le dixième département STID dans l’ordre chronologique parmi les 12 départements STID qui existent en France et qui sont régulièrement en contact. En revanche, le département STID de l’IUT Lumière est le seul département STID à fonctionner complètement en alternance. Le choix de l’alternance implique un certain nombre d’adaptations et de spécificités. Cela a notamment un impact au niveau du recrutement et profil des étudiants, du suivi des étudiants, du programme pédagogique et du devenir des promotions diplômées. La préparation au DUT STID à l’IUT Lumière se déroule sur deux années selon le principe « du 1+1 » avec une première année sous statut étudiant préparatoire à l’alternance salariale. Elle comporte non seulement une acquisition des techniques propres à chaque enseignement, mais également des actions spécifiques conçues pour permettre aux étudiants de réussir leur alternance salariale en 2ème année : stages intensifs d’anglais et d’informatique, jeux d’entreprises et visites d’entreprises, interventions de professionnels, réalisation d’enquêtes ou d’études statistiques, réflexion sur le projet professionnel de chaque étudiant, présentation des secteurs d’accueil et des entreprises partenaires, accompagnement de la prospection d’entreprises faite par les étudiants, forum de recrutement (en février) permettant aux entreprises proposant un contrat d’alternance de rencontrer les étudiants et de les sélectionner, stage en entreprise (de 7 semaines, de début avril à mi-mai) d’essai mutuel, avec un tuteur IUT et un tuteur entreprise encadrant l’étudiant. Une deuxième année en contrat d’apprentissage. En deuxième année, l’étudiant est salarié d’une entreprise et il suit une formation en vue de l’obtention d’un Diplôme Universitaire de Technologie. Cette deuxième année est organisée de la façon suivante contrat d’apprentissage de 13 mois, de début septembre de l’année N au 30 septembre de l’année N+1, 22 semaines d’enseignement universitaire selon un calendrier établi à l’avance et 35 semaines en entreprise dont les congés payés, un rythme d’alternance de 15 jours à l’IUT et 15 jours en entreprise, environ 750 heures de formation à l’IUT avec des cours, travaux dirigés, des travaux pratiques et des projets tuteurés. C’est à l’occasion de ces projets qu’ont pris place, sous notre responsabilité depuis 2005 des groupes travaillant sur les représentations de la statistique en utilisant l’analyse statistique implicite. Afin d’explorer d’autres pistes nous avons

également travaillé avec des étudiants de la licence professionnelle « Chargé d'études Statistiques » du département.

### **3 Notre cadre théorique de l'apprentissage : le couple schème - situation**

Notre constat liminaire est la difficulté que rencontrent nos étudiants pour s'approprier l'analyse statistique implicite. En face de cette difficulté nous avons pris appui sur la théorie des champs conceptuels développée par Gérard Vergnaud en étant plus attentif à un élément important : le couple schème situation et son adaptation au cas particulier de la statistique.

#### *3.1 Un bref rappel sur la conceptualisation selon G. Vergnaud*

Les champs conceptuels : la théorie des champs conceptuels de Gérard Vergnaud (1991) p.135 répond de manière satisfaisante pour ce qui touche aux apprentissages en statistique : « La théorie des champs conceptuels est une théorie cognitiviste, qui vise à fournir un cadre cohérent et quelques principes de base pour l'étude du développement et l'apprentissage des compétences complexes, notamment celles qui relèvent des sciences et des techniques.(...) [et] pour la compréhension des filiations et des ruptures entre connaissances ».

La conceptualisation, élément central de l'apprentissage, prend appui sur le concept conçu comme « un triplet de trois ensembles référence, signifié et signifiant :

- l'ensemble des situations qui donnent du sens au concept (la référence),
- l'ensemble des invariants sur lesquels repose l'opérationnalité des schèmes (le signifié)
- l'ensemble des formes langagières et non langagières qui permettent de représenter symboliquement le concept, ses propriétés, les procédures de traitement (le signifiant) »

#### *3.2 Les schèmes*

Suivons Gérard Vergnaud (1994 p. 180) qui pour affiner « progressivement la définition d'un schème „ [dit] ... d'abord que c'est une totalité dynamique fonctionnelle, c'est-à-dire quelque chose qui fonctionne comme une unité ; en second lieu que c'est une organisation invariante de la conduite pour une classe de situations données (l'algorithme est un cas particulier du schème) ; et en troisième lieu qu'un schème est composé de quatre catégories d'éléments :

- des buts, intentions et anticipations ;
- des règles d'action ;
- des invariants opératoires ;



### 5.2 Ressources mises à disposition du groupe d'étudiants

- Ordinateurs avec logiciels (Excel, CHIC, etc.)
- En tout 50 heures de travaux tuteurés, la moitié de ces heures étant encadrées par un animateur
- Un questionnaire (8 pages)
- Une explication de l'étude par le commanditaire

### 5.3 Consignes

A rendre : rapport sur l'étude (environ une centaine de pages) (noté)

Soutenance de l'étude devant le commanditaire (noté)

A mi parcours chaque groupe explique aux autres groupes l'avancement de leurs travaux (non noté)

Diverses consignes peuvent être données selon le sujet.

Dans le cas qui nous occupe nous avons suggéré de construire une simulation avant de se lancer dans le travail sur le questionnaire et nous allons en exposer quelques lignes ci-dessous.

## 6 La simulation outil d'appropriation de concepts statistiques

### 6.1 De la simulation...

Nous avons débattu de l'utilité et de l'utilisation de la simulation dans diverses situations rencontrées dans l'enseignement de la statistique entre autres concernant les intervalles de confiance (Oriol et Régnier 2003a) et le coefficient de corrélation (Oriol & Régnier 2003b).

C'est sans doute un des points spécifiques de l'enseignement de la statistique obligé de développer un enseignement s'appuyant sur les mathématiques mais hétérodoxe par rapport aux outils traditionnels construits dans l'exclusion entre le vrai et le faux. Le propre du raisonnement scientifique est que des mêmes conditions vont produire des effets identiques. En statistique il n'en est rien et c'est cela sans doute une des difficultés que rencontrent les étudiants.

### 6.2 La simulation permet de distinguer les invariants dans la variabilité.

Notons d'ailleurs que dans notre contexte de l'analyse statistique implicite la pensée développée est « doublement » hétérodoxe : d'une part comme toute pensée statistique et d'autre part comme s'intéressant à des énoncés  $a \Rightarrow b$  « partiellement » vrais.

## 7 La simulation proposée

### 7.1 Le choix d'Excel

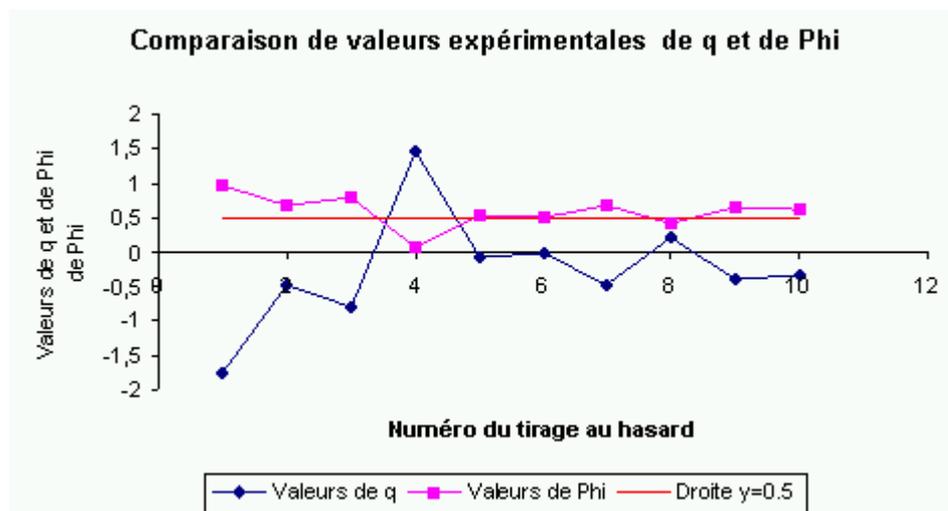
Notre pratique pédagogique vise à intégrer le plus tôt possible l'outil informatique comme instrument canonique d'une pratique de la statistique. Et en matière d'outil informatique, le tableur est privilégié dans un premier temps. Les cours « spécialisés » à l'aide de logiciels tels que SAS, SPAD complètent la gamme des compétences de nos étudiants.

### 7.2 La construction de la simulation : la base

La séance prend appui sur une bonne maîtrise du logiciel Excel par les étudiants et fait suite à une séance de deux heures sur l'approche de l'analyse statistique implicite. Les étudiants doivent construire une feuille Excel tirant 100 fois au hasard les valeurs binaires de a et b, évaluer l'indépendance des variables a et b, calculer pour ces 100 valeurs l'indice d'implication et l'intensité d'implication entre a et b. Et recommencer...

Nous ne donnons que l'idée générale on génère des valeurs 0 ou 1 dans deux colonnes et l'on calcule le  $\chi^2$ , l'indice d'implication q et l'intensité d'implication Phi.

Ensuite on représente graphiquement les valeurs successives et on compare q et Phi pour des générations identiques (nous reprenons ici les schémas présentés lors d'ASI4).

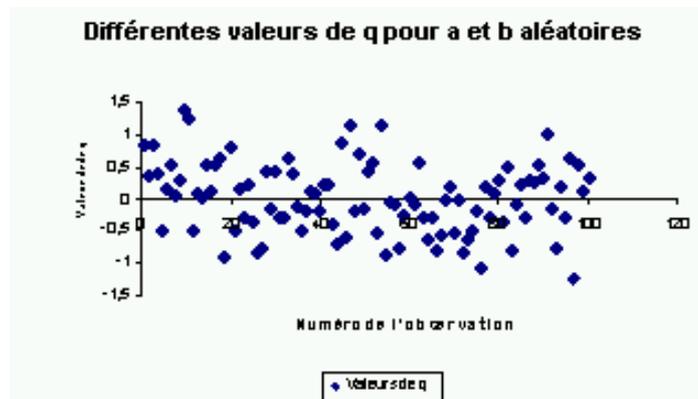


**Figure 2. Indices d'implication et intensités d'implication**

Les remarques évidentes à la lecture des dizaines de graphiques obtenus, par exemple si l'indice q est inférieur à 0 alors l'intensité est supérieure à 0,5 vont

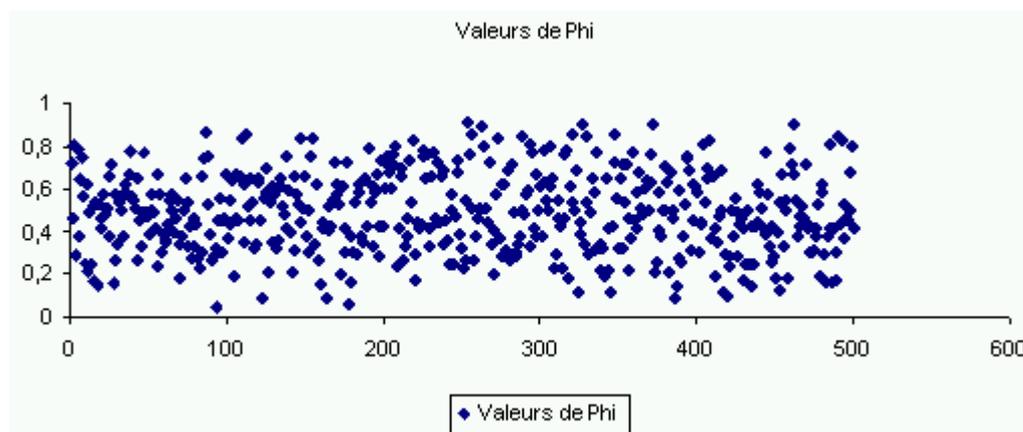
permettre de passer aux démonstrations de ces propriétés puis à poursuivre et à aborder les concepts suivants du champ de l’analyse statistique implicite.

Notons que dans cette approche nous ne nous sommes pas fixé la relation  $n_a < n_b$ . Nous avons ensuite représenté et observé 100 valeurs au hasard de  $q$



**Figure 3. Différentes valeurs de  $q$**

Puis 500 valeurs de l’intensité d’implication :



**Figure 4. Différentes valeurs (500) de  $\Phi$**

## **8 Principales difficultés et obstacles repérés.**

Nos observations successives des groupes d’étudiants nous ont permis de dégager quelques remarques. Dans la suite de cette section nous citons une série de dialogues (par courriels) entre une étudiante appelée « ETU » et le tuteur appelé « ENS ». Les extraits sont tirés de plus d’une centaine de messages échangés au cours de deux mois de travail.

### ***La mise aux normes des fichiers Excel***

Une seule feuille, case en haut à gauche vide, etc., peut poser des problèmes c’est-à-dire que les consignes mal ou pas assimilées, etc. Certains étudiants utilisent Open Office ce qui a posé aussi quelques problèmes.

ETU : « En effet, nous allons commencer par communiquer par mail. Si une rencontre est utile, nous pourrions certainement après la réunion concernant mon évaluation à Paris. Qu'en pensez-vous? »

ENS : « C'est d'accord ».

ETU : « J'ai quelques questions:

- Est il normal que votre fichier exemple CHIC Var Intervalles csv ne fonctionne que pour le graphe implicatif (mais ni pour l'arbre des similarités ni pour l'arbre cohésitif)?

- Si oui pourquoi? »

ENS : « Non il fonctionne sur les trois graphes penser 1/ à reprendre le fichier originel et non le fichier généré par le premier traitement 2/ à abaisser les niveaux pour le graphe implicatif.

3/ Utiliser construire le graphe automatiquement (c'est CTRL + N je crois. Je vais vous envoyer la version contenant des fichiers qui n'ont peut être pas été copiés. Pensez aussi à acheter une version par votre entreprise (votre maître d'apprentissage était d'accord) ».

ETU : « Oui nous avons passé la commande ».

ETU : « J'ai testé CHIC avec le fichier concernant les étudiants afin de me familiariser avec l'interface du logiciel. Je vous envoie mes résultats. La prochaine fois, je me pencherai sur les méthodes d'analyse de données réalisées par le logiciel afin d'interpréter les résultats. Je testerai aussi les différents types de variables (binaires, modales et fréquentielles, quantitatives ou effectifs et variables-intervalles). »

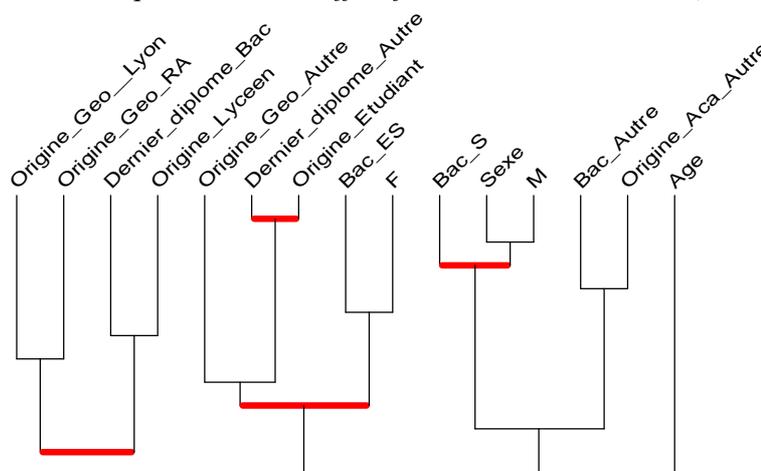


Figure 5. Fichier recrutement: arbre des similarités

ENS : « L'arbre est intéressant. Remarquez que dans votre codage les variables Sexe et M sont identiques ! Bon courage, j'attends de vos nouvelles. »

ETU : « Désolée de vous envoyer un mail si tard mais j'ai mis beaucoup de temps pour utiliser des fichiers tests suite à un problème de compatibilité de logiciel. ».

ENS : « Ah bon lequel ? »

(Ici il s'agit des fichiers construits avec Open Office).

ETU : « Je profite de ce mail pour vous expliquer le problème de compatibilité de logiciel que j'ai rencontré. Sur mon ordinateur

*personnel, je ne me sers pas d'Excel mais d'OpenOffice Calc. Or, lors de l'enregistrement en format csv, certaines valeurs étaient encadrées par des " (voir fichier exemple.csv en l'ouvrant avec le bloc note). De ce fait, CHIC ne reconnaissait pas le fichier. Je ne suis pas sûre d'avoir été claire. Si je n'ai pas été assez claire, n'hésitez pas à me demander. »*

Les variables intervalles nécessitent une explication de la méthode des nuées dynamiques

ETU : *« Pour cette même raison [compatibilité du logiciel], je n'ai pu que tester les variables-intervalles. J'ai cependant quelques questions:- Les valeurs des variables-intervalles doivent-elles forcément être des valeurs entières?-Les noms des variables-intervalles sont sous ce format : "nom p". Un format spécifique est il aussi nécessaire pour les variables modales et fréquentielles et pour les variables quantitatives ou effectifs? Les variables intervalles peuvent elles être également supplémentaires ? »*

ENS : *« Je vous cite le document d'aide :« Variables-intervalles : Ce type de variable étend le type précédent : il s'agit ici d'une variable numérique positive (voire négative) dont les valeurs sont contenues dans un intervalle connu. Par exemple, la variable "taille" ou "poids" sur un ensemble d'individus est une variable-intervalle que la théorie implicative traite en réponse à deux interrogations de l'utilisateur :*

*\* quelle est la meilleure subdivision de l'intervalle en p sous-intervalles maximisant un critère informationnel?*

*\* entre deux variables-intervalles, ramenées à deux ensembles de p sous-intervalles, quelles implications peut-on mettre en évidence en réunissant, le cas échéant, certains de ces p sous-intervalles?*

Les valeurs figurant dans le tableau .csv sont numériques : ce sont les valeurs prises par la variable-intervalle. Le logiciel fait lui-même la partition optimale de l'ensemble des valeurs selon une subdivision en un nombre de sous-intervalles choisi par l'utilisateur.

Les variables intervalles doivent disposer d'un codage littéral ou numérique suivi d'un espace et d'un "p". Ainsi une variable Age de type intervalle sera, par exemple, codé par : Age p sous Excel (extrait du document d'aide) »

ETU : *«Les noms des variables-intervalles sont sous ce format : "nom p". Un format spécifique est il aussi nécessaire pour les variables modales et fréquentielles et pour les variables quantitatives ou effectifs? »*

ENS : *« Non je ne crois pas »*

ETU : *« Comment le logiciel fait il exactement pour construire, à partir des variables-intervalles, les différents intervalles? »*

ENS : *« Les variables sur intervalles permettent de faire face au problème rencontré par la conversion d'une variable réelle en une variable fréquentielle,. En utilisant les mêmes valeurs réelles, une variable sur intervalle procède différemment. Elle découpe les valeurs de la variable en un nombre fixe d'intervalles. Le nombre d'intervalles est choisi par l'utilisateur et ensuite l'algorithme des nuées dynamiques Diday (1971) constitue automatiquement les intervalles qui ont des limites distinctes. Cet algorithme a la particularité de construire des intervalles en minimisant l'inertie de chaque intervalle. Ensuite, un intervalle est représenté par une variable binaire et un individu a la valeur*

1 s'il appartient à cet intervalle et 0 sinon. En utilisant une telle décomposition, un individu appartient à un seul intervalle.» in COUTURIER Raphaël, CHIC : utilisation et fonctionnalités. Je vous envoie l'article. »

ETU : « Ah oui, les nuées dynamiques je connais. »

ENS : « Vous pouvez consulter Diday, E. (1971). La méthode des nuées dynamiques. *Revue de statistique appliquée* 19(2), 19–34 »

ETU : « Je l'exposerai lors de la prochaine évaluation en entreprise. Pensez-vous que c'est une bonne idée ? »

ENS : « Excellente.

ETU : « Que faire des variables supplémentaires ? »

ENS : « C'est très utile lorsque l'on pense que certaines variables sont une « valeur ajoutée » à l'analyse. Un fichier avec deux variables intervalles pour s'exercer. Les variables post fixées s sont des "variables supplémentaires". Bien cordialement. »

ETU : « Ah oui je vais voir mais dans mon étude j'ai environ 63 variables... cela me permettra peut-être d'y voir plus clair. »

ETU : « Bonjour,

Concernant la variable *Parpou2* (pourcentage d'utilisation), si on demande 3 intervalles on obtient les intervalles suivant :

*Partitions optimales :*

*Parpou\_21 de 50 à 64.2*

*Parpou\_22 de 71.24 à 91.4*

*Parpou\_23 de 100 à 100*

*Ils sont relativement proches des intervalles que j'avais fait (100%, entre 80% et 100% et moins de 80%).*

*Pensez vous qu'il vaut mieux utiliser les nouveaux intervalles ou les anciens?*

*Concernant l'échelon, les intervalles de 00 à 07, 08, 09 et 10 ont été fait pour les agents sédentaires. En effet, l'échelon d'un agent sédentaire est compris entre 00 et 10 alors que l'échelon d'un agent roulant est compris entre 00 et 08. Je pense donc qu'il vaudrait mieux faire ce genre de classement : Echelon maximum (10 pour les sédentaires et 08 pour les roulants), Echelon 09 (pour les sédentaires) ou 07 (pour les roulants) et De l'échelon 00 à l'échelon 08 (pour les sédentaires) ou 06 (pour les roulants).*

*Qu'en pensez-vous ?*

*Bien cordialement ».*

ENS : « Gardez les intervalles de CHIC sauf raisons propres à votre étude, par exemple catégories déjà en place ».

ETU : « Bonsoir, J'ai une question concernant l'interprétation des chemins du graphe implicatif.

*Quand on obtient le chemin "var\_a - var\_b - var\_c", peut on l'interpréter de cette manière : la var\_a implique la var\_b qui implique la var\_c? Peut on conclure que les var\_a et var\_b expliquent la var\_c?*

*Je vous joins le dernier fichier que j'ai utilisé pour l'étude ainsi que quatre sauvegardes de graphe implicatif. (Le premier est celui pour les implications à 0.99. Le second est pour les implications à 0.99 mais seulement avec les variables présentes dans les chemins dans lesquels prolongation ou non prolongation était présent. Les troisième et quatrième sont les mêmes mais pour les implications supérieures à 0.95.)*

*“Quaderni di Ricerca in Didattica (Mathematics)”, n. ..., 2010*

G.R.I.M. (Department of Mathematics, University of Palermo, Italy)

A.S.I. 5 Proceedings 5-7- November 2010

*J'ai demandé trois intervalles pour l'ancienneté et trois intervalles pour le pourcentage d'utilisation.*

*Je vous joins aussi le descriptif des variables (même s'il n'a pas beaucoup changé.*

*Bien cordialement ».*

ENS : « Cela mérite que l'on se rencontre soit en visioconférence soit si vous venez à Lyon. »

La facilité et la richesse des graphiques obtenus peuvent cacher bien des choses. Bien entendu comme nous l'avons déjà souligné c'est dans le nombre d'enquêtes traitées et l'échange avec les autres que l'apprenti va peu à peu devenir expert !

## **9 Conclusion**

Dans tout ce travail d'observation il nous apparaît que l'organisation du couple situation schème permet une meilleure appropriation des concepts statistiques rencontrés par les étudiants lors des premiers contacts avec l'analyse statistique implicite. Ici l'exigence d'utiliser une théorie nouvelle et un outil inconnu oblige les étudiants à un aller retour entre le réel et ses représentations, entre signifié et signifiant, à construire des invariants opératoires, à construire le sens des situations, bref à conceptualiser l'analyse statistique implicite. Dans le cas présenté la construction par les apprenants de l'outil de simulation leur permet de dégager des invariants de la variabilité de phénomènes non déterministes. Nous avons affaire ici au développement d'une pensée doublement hétérodoxe : d'une part parce qu'elle se construit sur « la géométrie du hasard » et d'autre part par les concepts déployés autour des implications partiellement vraies. Devant les obstacles que l'on ne manque pas de rencontrer dans de telles situations on peut développer deux chemins aussi incomplets l'un que l'autre : le retour vers les signifiants (des formules justes...) ou bien la mise en place de procédures compliquées et généralement calculatoires. Mais comme nous l'avons signalé plus haut la conceptualisation recherchée viendra des situations proposées aux apprenants, ces derniers réorganisant leurs schèmes.

## Références

- Couturier, R. (2005). Un système de recommandation basé sur l’A.S.I. In *Troisième rencontre internationale de l’Analyse Statistique Implicative (ASI3)*, pp. 157–162.
- Gras, R. (1996). *L’implication statistique*. Grenoble La Pensée Sauvage Éditions.
- Gras, R. (2005). Panorama du développement de l’A.S.I. à travers des situations fondatrices. In *Actes de la 3ème Rencontre Internationale A.S.I.*, pp. 9–33. Université de Palermo.
- Gras, R., Régnier, J-C., Guillet, F. (Eds) (2009). *Analyse Statistique Implicative. Une méthode d’analyse des données pour la recherche de causalités*. RNTI E-16, Toulouse : Cépaduès éditions.
- Nakache, J-P, & Confais, J. (2005). *Approche pragmatique de la classification*, Paris, Editions Technip.
- Oriol, J-C., & Régnier, J-C. (2003). Fonctionnement didactique de la simulation en statistique, Exemple de l’enseignement du concept d’intervalle de confiance, in *Actes Colloque SFDS 2003*, Lyon.
- Oriol, J-C. (2007). *Formation à la statistique par la pratique d’enquêtes par questionnaires et la simulation : étude didactique d’une expérience d’enseignement dans un département d’IUT (sous la direction de Régnier J-C)*, Université Lumière - Lyon 2 (17/11/2007), accessible HAL INRIA <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00191166/fr/>.
- Régnier, J-C., (1988). Étude didactique d’une méthode d’apprentissage fondé sur le tâtonnement expérimental de l’apprenant, *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives, séminaire de Didactique des Mathématiques de Strasbourg*, pp 255-279.
- Régnier, J-C. (1994). *Statistique documents auto-correctifs et auto-évaluatifs d’aide à l’apprentissage*, ISPEF, Université Lyon2.
- Régnier, J-C. (2000a). L’alternance: des évidences (en) aux questions. *Forum, revue de la recherche en travail social*, n°93, pp 38-47 ISSN 0988.6486.
- Régnier, J-C. (2000b). *Auto-évaluation et autocorrection dans l’enseignement des mathématiques et de la statistique*. Note de synthèse pour l’obtention de l’Habilitation à Diriger des Recherches. Université Marc Bloch (13 décembre 2000), 240 p.
- Vergnaud, G. (1991). La théorie des champs conceptuels, in *Recherches en Didactique des mathématiques*, 10/2.3, pp. 133-169.
- Vergnaud, G. (1994). Le rôle de l’enseignant à la lumière des concepts de schème et de champ conceptuel. In M. Artigue, R. Gras, C. Laborde & P. Tavinot (Ed.), *Vingt ans de didactique des mathématiques en France: hommage à GuyBrousseau et Gérard Vergnaud* (pp. 177-194). Grenoble La Pensée sauvage.