

Un système d'observation et d'analyse en direct de séances d'enseignement

Éric Allègre

GPE-CREFI, 5 allées A.-Machado, Université Toulouse-II-Le-Mirail
31058 Toulouse CEDEX 1
EAllegre@aol.com

Philippe Dessus

LSE, 1251 av. Centrale, BP 47, Université Pierre-Mendès-France
38040 Grenoble CEDEX 9
Philippe.Dessus@upmf-grenoble.fr

Communication courte — Méthode d'analyse des activités complexes

RÉSUMÉ

Nous présentons les fonctionnalités et les premiers tests d'un système d'observation et d'analyse de séances d'enseignement, en direct. Nous montrons que ce système prend mieux en compte certains paramètres importants des situations scolaires que les méthodes d'observation classiques, comme leur temporalité complexe et le fait que les actions de l'enseignant et des élèves ne sont pas seulement dépendantes de l'action qui précède.

MOTS-CLÉS

Situation dynamique — temporalité — analyse quantitative — analyse de la sémantique latente

1 INTRODUCTION

L'objet de cet article est de présenter un système d'observation et d'analyse d'une activité complexe, l'enseignement, en utilisant le cadre théorique de la psychologie ergonomique (Rogalski, 2000). Nous nous référons, pour définir ce qu'est une activité complexe, à Funke (2001). Il décrit deux caractéristiques typiques de ce genre de problèmes : — la connectivité entre variables, — la dynamique du processus supervisé. Ces caractéristiques concernent également un environnement scolaire. Doyle (1986), rend ainsi compte de caractéristiques de situations d'enseignement : — *multidimensionnalité*, de très nombreux événements surviennent et de très nombreuses tâches sont à effectuer ; — *simultanéité*, de nombreux événements peuvent survenir simultanément ; — *immédiateté*, les événements surviennent de plus à un rythme rapide ; — *imprévisibilité*, les événements peuvent avoir une issue non prévue par l'enseignant, les interruptions et diversions sont fréquentes. Les deux premiers points renvoient à la connectivité, les deux derniers à la dynamique de la situation.

Le fait que ces caractéristiques aient été exprimées n'a pas conduit les chercheurs en éducation à se doter de méthodes d'observation et d'analyse de situations scolaires qui leur soient compatibles. La quasi-totalité de ces méthodes sont en directe ligne de la grille de Flanders (1976), qui part du principe que les interactions entre enseignant et élèves s'*enchaînent*, c'est-à-dire qu'elles ont une forte dépendance deux à deux. Même si des méthodes plus récentes ont été élaborées (*e.g.*, la grille d'organisation et de gestion pédagogique, Altet *et al.*, 1996), elles restent très inspirées de la grille de Flanders et sont loin de prendre en compte les caractéristiques énoncées ci-dessus. Il existe d'autres dispositifs qui, en s'inspirant de démarches ergonomiques issues de la cognition située (*e.g.*, Clot *et al.*, 2001) mettent plus l'accent sur l'action en situation : la séquence est filmée et on effectue une analyse qualitative de quelques segments significatifs, choisis par le chercheur. Ici, l'analyse de la séance est faite en profondeur, et très rarement dans son ensemble, à cause de la quantité de l'information récupérée.

Ces différentes méthodes ont deux inconvénients : elles ne considèrent pas que les différents événements observés se déroulent dans des temporalités multiples et, de plus, elles ne supposent pas

que les actions de l'enseignant non contiguës sont interreliées, ce qui empêche l'analyse d'éventuelles régularités de l'action de l'enseignant, à un niveau plus large de description (e.g., l'épisode, le plus petit ensemble d'événements concourant à remplir un objectif d'enseignement). Notre approche, tout en essayant de pallier ces deux inconvénients, se situe à mi-chemin des deux précédentes : nous ne récupérons pas un grand nombre d'informations difficilement analysables (vidéo), préférant passer par une phase de tri des événements sur-le-champ, par l'observateur. En revanche, nous essayons de nous assurer que les informations récupérées sont les plus objectives possibles et qu'elles peuvent faire l'objet d'un traitement quantitatif à un niveau suffisamment proche des événements observés. L'objet de cet article est donc de proposer une méthode d'observation, de recueil et d'analyse automatisée des événements d'enseignement et d'apprentissage qui tienne compte de ces caractéristiques.

2 FONCTIONNEMENT GENERAL DU SYSTEME

Une manière de tenir compte des spécificités évoquées *supra* sera de proposer une méthode, assistée par ordinateur, qui ait les caractéristiques suivantes : — prise en compte des événements de classe à un niveau de grain suffisamment précis, les épisodes ; — saisie facilitée des événements observés, *via* des raccourcis-clavier correspondant à des épisodes prédéfinis ; — gestion de la temporalité multiple des variables observées, *via* des chronomètres multiples, au niveau de chaque élève ; — possibilité de considérer les relations entre chaque événement et entre chaque épisode. Cette dernière fonctionnalité, non présente dans la première version du système, est réalisée par le biais d'une méthode d'analyse factorielle que nous décrirons plus bas.

Voici dans quel contexte l'observateur travaille. Posté au fond de la classe devant un ordinateur, il utilise un logiciel dans lequel il saisit des codes prédéfinis correspondant à des événements de classe, segmente les différents événements en différents épisodes. Afin d'augmenter la validité écologique de l'observation, il n'intervient en aucune manière dans le déroulement de l'activité de l'enseignant ou des élèves, ni en ce qui concerne le choix des contenus. Pour les mêmes raisons, l'enseignant n'est pas informé de l'objet sur lequel porte l'observation : l'enseignant observé ne voit qu'un chercheur prenant des notes en direct à partir d'un logiciel de traitement de textes courant. Le fait de disposer de certains codes prédéfinis va lui faciliter la prise de notes en temps réel, tout en continuant d'observer ce qu'il se passe, et permettre de manipuler un grand nombre de chronomètres, afin de noter les plages de recouvrement des différents événements. Ainsi, le niveau de grain des observations est assez fin pour permettre la saisie d'événements rapides, comme les échanges maître-élève. À titre de comparaison, le grain des événements observés dans d'autres études vont de 4 à 5 min pour une séance d'une heure à 5-10 s pour une séance de 17 min (e.g., Berdot *et al.*, 2003). Les différentes données recueillies sont enregistrées dans un fichier, pour analyses ultérieures.

Si l'observateur est assisté dans la gestion des différents chronomètres, c'est tout de même lui qui va réaliser deux tâches importantes, requérant des prises de décision : le découpage en épisodes et la dénomination d'un événement. *Le découpage en épisodes* nécessite de prendre une décision quant à la continuité des événements (liés à l'enseignant ou aux élèves). En effet, si l'on imagine une séance de mathématiques, dans laquelle les élèves vont passer à un épisode de recherche (dans *Look-Cum 1*, appui sur la touche *R*), c'est bien à l'observateur de décider à quel moment précis cet épisode va débiter et finir. L'événement déclencheur de cet appui de touche requiert bien une réponse à la question suivante : « quand commencent-ils à chercher ? » Et les réponses peuvent être multiples : Quand ils ont fini de lire ; quand ils ont découpé et collé l'énoncé ; quand l'enseignant a interrogé tel ou tel élève ; quand un silence s'installe ; quand l'enseignant commence à passer dans les rangs, etc. *La dénomination d'un événement*, à notre avis, est facilité si on la compare à celle des grilles d'observation classiques, où des indices très subjectifs sont évalués (« accepte les sentiments », « louanges ou encouragements », etc.). Toutefois, certaines distinctions entre événements sont à faire par l'observateur : par exemple, lorsque l'enseignant énonce une consigne d'exercice ou bien lorsqu'il pose une question à toute la classe. Passons à la description de notre système.

3 DESCRIPTION DE LOOK-CUM 1

3.1 Architecture et fonctionnalités de Look-Cum 1

Look-Cum 1 (Maurice & Allègre, 2002) est une macro-commande du logiciel *WordPerfect* en *Visual Basic*. Elle permet très simplement d'horodater, à la seconde près, toute séquence de touches saisie par l'observateur, et de l'écrire dans le « fichier espion ». De plus, si la séquence correspond à un événement prédéfini, c'est ce dernier qui va s'écrire dans le fichier. Pour faciliter la lecture, les indications « début » et « fin » sont automatiquement ajoutées à chaque paire identique de séquences. De plus, diverses informations élémentaires sur la séance observée peuvent être recueillies par le système : la date et l'heure de l'observation, le nom de l'enseignant, l'effectif des élèves présents et absents, la matière ainsi que le contenu de la séance et toute autre observation nécessaire dans la mesure où tout peut être noté et horodaté. Ces différentes données sont rassemblées dans une base de données, pour un accès ultérieur. Certains événements sont déjà répertoriés dans *Look-Cum 1*. L'observateur peut les noter en un appui de touche (*i.e.*, *M* code « l'enseignant regarde sa montre », *T* code « l'enseignant écrit au tableau »). Par ailleurs, chaque élève est repéré par un numéro et chaque événement (*e.g.*, une question posée, un déplacement de l'enseignant vers un élève, un envoi d'élève au tableau, ou qu'il est le protagoniste d'un quelconque événement, cela est noté par l'observateur et horodaté par le système (*voir Tableau I*). Le fait d'avoir recours à une macro-commande requiert un délai incompressible de l'ordre d'une seconde, ce qui n'est pas gênant du fait de la temporalité des événements scolaires, au-dessus de cette limite.

À la fin de l'observation, tous les événements connus sont énumérés par ordre chronologique, avec les remarques éventuelles de l'observateur ainsi que les durées locales et cumulées calculées par le système (*voir Tableau II*). A la fin du document figurent également quelques statistiques : pourcentages des différents épisodes (*i.e.*, énoncé, recherche, correction), des durées de parole, par rapport à la durée totale de la séance ou de la séquence. Ce logiciel peut permettre de rendre compte d'un certain nombre de phénomènes scolaires : d'une part la répartition des durées de parole et d'action de l'enseignant et des élèves (intra- ou interépisodes) ; d'autre part la détermination d'un « élève-repéré » (*i.e.*, le plus supervisé, en fréquence ou en durée), en sommant les durées de visite par l'enseignant de chaque élève.

Tableau I — Trace du système Look-Cum 1 à propos d'une séance de mathématiques (extrait)

| Trace | Commentaires |
|---|---|
| Synthèse début = 40788 | Temps de début de la synthèse du problème |
| Remarque : on met au tableau toutes les procédures qui ont permis de répondre = 40806 ; | L'enseignant affiche au tableau les processus de résolution utilisés par quelques élèves repérés pendant qu'il passait dans les rangs durant la recherche |
| tdi = 40810 ; tdt = 40812 ; | tdi/tfi = temps de début/fin d'intervention orale de l'enseignant |
| Remarque : se pose alors le problème de 104 soulevé par le dernier élève = 40893 ; | |
| tft = 40961 (loc = 149) ; | tdt/tft = temps de début/fin d'intervention écrite de l'enseignant au tableau |
| tfi = 40964 (loc = 154 ; cum = 599) ; | loc/cum = durée locale/cumulée de visite de l'enseignant |
| Remarque : on arrive aux fractions = 40994 ; | |
| tdi = 41007 ; tfi = 41009 (loc = 2 ; cum = 601) ; | |
| Synthèse fin = 41012 (loc = 224 ; cum = 224) | Temps de fin de la synthèse |

Tableau II — Données calculées (extrait) par Look-Cum 1 à partir du traitement d'une séance observée

| Données calculées | Commentaires |
|--|--|
| Global | Durée totale de la séance |
| Durée globale = 2475 | |
| Énoncé | Données concernant l'épisode « énoncé » |
| Durée d'énoncé = 197 (%glo = 7,96) | |
| Durée de consigne propre à l'énoncé = 189 (%glo = 7,64) (%eno = 95,94) [...] | %glo = % du temps global |
| Durée de parole enseignant = 189 (%glo = 7,64) (%eno = 95,94) | %eno = % du temps d'énoncé |
| Durée de parole élève = 0 (%glo = 0,0) (%eno = 0,0) | |
| Recherche | Données concernant l'épisode « recherche » |
| Durée de recherche = 1094 (%glo = 44,20) | |
| Durée d'aide collective = 0 (%glo = 0,0) (%rch = 0,0) | %rch = % du temps de recherche |
| Durée d'aide individuelle = 933 (%glo = 37,70) (%rch = 85,28) | |
| Durée de parole maître = 466 (%glo = 18,82) (%rch = 42,56) | |
| Durée de parole élève = 466 (%glo = 18,82) (%rch = 42,60) | |

3.2 Test de Look-Cum 1

Le test de la première version du système a été réalisé par l'observation de 260 séances dans sept classes de cycle 3 du primaire, durant deux années. Ce premier test permet de préciser de quelle manière les enseignants prennent en charge la temporalité de l'environnement qu'ils supervisent. Un même enseignant laisse toujours la même proportion de temps à ses élèves pour chercher une solution à une situation-problème, quelle que soit la discipline (mathématiques, français ou histoire-géographie sciences) et quelle que soit la durée du problème (de 4 min 30 à 64 min). En revanche, cette proportion est différente selon les enseignants (Maurice & Allègre, 2002). De plus, une étude plus précise révèle que les enseignants regardent plus fréquemment leur montre lorsque la situation qu'ils supervisent présente une nouveauté pour eux. Présentons maintenant la deuxième version de notre système, en cours de développement, qui ajoute une fonctionnalité d'analyse statistique de données.

4 DESCRIPTION DE LOOK-CUM 2

La version 2 reprendra les fonctionnalités de *Look-Cum 1*, et comprendra de plus un moteur d'inférences fondé sur une méthode d'analyse statistique de grands corpus textuels, l'analyse de la sémantique latente. L'idée principale est de permettre un repérage des régularités des événements observés en classe. Il faut noter que cette analyse se fait avec les données saisies qui ne représentent pas des durées. Dans les sections suivantes, nous décrivons cette méthode, puis ses applications dans le domaine qui nous concerne.

4.1 Présentation générale de la méthode

L'analyse de la sémantique latente (LSA, *Latent Semantic Analysis*) est une méthode simulant l'acquisition de connaissances et de la compréhension humaines (Landauer & Dumais, 1997). Son principe est de définir statistiquement le sens d'un mot à partir de l'ensemble des contextes (*i.e.*, paragraphes, phrases) dans lesquels ce mot apparaît. Par exemple, le mot *avion* va apparaître souvent conjointement à des mots comme *décoller*, *aéroport* et très peu fréquemment à des mots comme *dinosaure*. Cependant, cette information statistique sur le contexte d'un mot n'est pas suffisante pour en définir le sens, puisqu'elle ne dit rien quant aux liens sémantiques avec tous les autres mots n'apparaissant jamais conjointement à ce mot : les informations de co-occurrence propres à chaque mot doivent être croisées. En d'autres termes, LSA repose sur la définition suivante : deux mots sont similaires s'ils apparaissent dans des contextes similaires. Deux contextes sont similaires s'ils comportent des mots similaires. Les vecteurs des différents mots du corpus sont projetés dans un espace d'environ 300 dimensions (axes), constitué à partir d'une réduction de la matrice mots/contextes initiale par une décomposition aux valeurs singulières. Dans le domaine qui nous concerne ici, les mots seront des événements de classe et les paragraphes les épisodes dans lesquels ces mots apparaissent. Les comparaisons interépisodes et interévénements sont simplement réalisées en calculant le cosinus des vecteurs représentant deux épisodes ou deux événements : des épisodes ou événements similaires auront une valeur de proximité égale à 1, des épisodes indépendants une proximité de 0, des épisodes opposés une valeur théorique de -1. Le principe de cette méthode est celui à partir duquel sont établies

les différentes méthodes d'analyse factorielle — analyse en composantes principales, analyse des correspondances (Lebart, Morineau, & Piron, 1997), à ceci près que le grand nombre d'axes conservés rend leur interprétation impossible. Son avantage est qu'elle permet de traiter des matrices mot/contexte très creuses (comprenant de nombreux 0), ce qui est le cas ici.

4.2 Applications de la méthode à l'analyse d'environnements dynamiques

L'analyse de la sémantique latente a récemment été utilisée pour rendre compte de l'activité de supervision d'environnements dynamiques. Quesada et ses collègues ont mené une série d'études (Quesada, Kintsch, & Gomez, 2001, 2002) validant la méthode de LSA à ce champ de travail. Ils ont ré-analysé avec LSA les données provenant de l'activité de sujets dans le simulateur d'environnement dynamique *Firechief*. Les sujets ont pour tâche d'éteindre le plus rapidement possible un feu de forêt, en agissant de trois manières différentes : — jeter de l'eau sur un segment de terrain donné ; — contrôler le feu sur un segment de terrain ; — effectuer un déplacement avec un appareil. Certains paramètres, en influant sur la vitesse et la direction de propagation du feu, créent le caractère dynamique de ce phénomène. Leur travail a consisté à ré-analyser, avec LSA, les « fichiers espions » de 3 400 sessions comportant au total 360 000 actions environ. Cette méthode est capable, d'une part, de relever que des actions proches, bien que formellement différentes, ont le même but puisque mises en œuvre dans des contextes similaires. À l'inverse, des actions formellement proches ont été mesurées par LSA comme éloignées, car mises en œuvre dans des contextes, et pour remplir des buts, différents. D'autre part, une comparaison entre des jugements humains et les évaluations de LSA montrent une adéquation de 57 %. Notons que LSA traite les données liées à un épisode « paquets » : aucune prise en compte de l'ordre des actions à l'intérieur d'un épisode n'est effectuée, ce qui peut être, *a priori*, un inconvénient majeur. Toutefois, les nombreux tests effectués sur différentes données montrent que cet inconvénient est atténué, pour peu que le corpus traité soit important. De plus, comme dans notre système, LSA effectue un traitement conjointement à une analyse temporelle des données, cet inconvénient est encore diminué. Les tests réalisés à ce jour par Quesada et ses collègues sont réalisés dans des micro-mondes, présentant des simulations d'environnements dynamiques. Nous essayons ici de répliquer leurs résultats en nous centrant sur un environnement scolaire réel.

4.3 Architecture et fonctionnalités de *Look-Cum 2*

Comme déjà signalé, l'interface de *Look-Cum 2* sera identique à celle de la version 1. La seule différence est que les différentes données saisies par l'observateur seront analysées en temps réel par LSA. Ce dernier introduit régulièrement les événements saisis dans l'espace multidimensionnel, comme autant de vecteurs placés dans l'espace, sans pour autant le recalculer en entier. Cela permet ainsi leur analyse en temps réel et *a posteriori*. L'analyse en temps réel permet d'afficher la liste des épisodes atypiques d'une séance, c'est-à-dire les épisodes qui n'entretiennent pas une grande proximité avec les autres épisodes de même propos. L'analyse *a posteriori* permet de comparer les séances entre elles, et de détecter d'éventuelles similitudes, notamment entre séances menées par des novices et des experts. Ces deux types d'analyse peuvent avoir un intérêt dans un contexte de formation d'enseignants.

4.4 Test du moteur de *Look-Cum 2*

Nous avons recodé (voir *Tableau III*) et réanalysé avec LSA 41 séances de mathématiques réalisées par le même enseignant (soit un corpus d'environ 2 300 événements dans 123 épisodes, énoncé, recherche ou correction). Détaillons deux types d'analyse, tout d'abord au niveau des épisodes, puis des événements. Nous avons comparé chaque épisode avec tous les autres et conservé les valeurs supérieures à un écart type de la moyenne des proximités interépisodes. Dans la quasi-totalité des cas (trois exceptions sur près de 3 400 comparaisons), les épisodes sont bien de même catégorie, ce qui signifie que LSA est capable de discriminer, par la seule analyse des événements les composant, les trois types d'épisodes. Enfin, en utilisant le même critère de seuil, nous avons comparé chaque événement avec chacun des 18 autres événements observés, ce qui nous permet de les organiser en un réseau de proximité. Deux réseaux principaux ont été mis au jour, reliés par l'événement le plus proche de tous les autres, *consulte_montre*. Ce qui montre combien la gestion du temps est centrale dans l'activité d'enseigner. Un réseau comprend les événements liés à la gestion du contenu, un autre a trait à la gestion de la classe (voir *tableau IV*).

5 DISCUSSION

Look-Cum permet de recueillir, en direct, des informations concernant la dynamique temporelle des événements d'enseignement et d'apprentissage. Les premiers tests de ce système montrent qu'il est capable de rendre compte, d'une part, de la gestion du temps en classe, à un niveau de grain tel que des régularités temporelles indépendantes du contenu enseigné ont pu être montrées. D'autre part, l'ajout à ce système d'une méthode d'analyse statistique analysant les co-occurrences d'événements au sein d'épisodes a dévoilé la manière dont ils surviennent selon les protagonistes de la situation, et donc leurs finalités. Ainsi, un tel système permet une analyse prenant en compte la complexité des multiples événements d'un environnement scolaire.

Tableau III — *Liste partielle d'événements recodés à partir des données de Look-Cum 1*

| Événement | Signification de l'action |
|--------------------|---|
| demande_calme | L'enseignant demande du calme |
| visite_eleve[n] | L'enseignant se rend auprès de l'élève <i>n</i> |
| aide_collective | L'enseignant donne une indication collective |
| leve_doigt[n] | L'élève <i>n</i> lève le doigt |
| reponse_d_eleve[n] | L'élève <i>n</i> répond à l'enseignant |
| synthese_locale | L'enseignant résume les informations à propos d'un exercice à toute la classe |
| consulte_montr | L'enseignant consulte sa montre |
| son | Un élève non déterminé fait du bruit |

Tableau IV — *Réseau de proximités entre événements, tous reliés à consulte_montr. Les valeurs sont entre parenthèses, toutes supérieures au seuil fixé*

| Gestion de la classe | Événement de référence | Gestion du contenu |
|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| demande_calme (0, 49) | | |
| leve_doigt[i] (0, 50) | | synthese_locale (0, 45) |
| aide_collective (0, 51) | consulte_montr | reponse_d_eleve (0, 47) |
| son (0, 55) | | |
| visite_eleve[i] (0, 59) | | |

Remerciements

Nous remercions Jean-Jacques Maurice pour sa participation aux différents tests de *Look-Cum*, ainsi que Jacques Baillé et Erica de Vries pour leur commentaires d'une version précédente de cet article.

6 REFERENCES

- Altet, M., Bressoux, P., Bru, M., & Lambert, C. (1996). Étude exploratoire des pratiques d'enseignement en classe de CE2. *Les dossiers d'éducation et formations*, 70.
- Berdot, P., Blanchard-Laville, C., & Chaussecourte, P. (2003). Analyse clinique. In C. Blanchard-Laville (Ed.), *Une séance de cours ordinaire* (pp. 159-198). Paris : L'Harmattan.
- Clot, Y., Faïta, D., Fernandez, G., & Scheller, L. (2001). Entretiens en autoconfrontation croisée : une méthode en clinique de l'activité. *Education Permanente*, 146, 17-25.
- Doyle, W. (1986). Classroom organization and management. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp. 392-431). New York : McMillan.
- Flanders, N. A. (1976). Analyse de l'interaction et formation. In A. Morrison & D. McIntyre (Eds.), *Psychologie sociale de l'enseignement* (Tome 1, pp. 57-69). Paris : Dunod.
- Funke, J. (2001). Dynamic systems as tools for analysing human judgement. *Thinking and Reasoning*, 7(1), 69-89.
- Landauer, T. K., & Dumais, S. T. (1997). A solution to Plato's problem : the Latent Semantic Analysis theory of acquisition, induction and representation of knowledge. *Psychological Review*, 104, 211-240.
- Lebart, L., Morineau, A., Piron, M. (1997). *Statistique exploratoire multidimensionnelle*. Paris : Dunod.
- Maurice, J.-J., & Allègre, E. (2002). Invariance temporelle des pratiques enseignantes : le temps donné aux élèves pour chercher. *Revue Française de Pédagogie*, 138, 115-124.
- Quesada, J., Kintsch, W., & Gomez, E. (2001). A computational theory of complex problem solving using the vector space model (part II). *Proc. Conf. Cognitive Res. with Microworlds*. Grenade.
- Quesada, J., Kintsch, W., & Gomez, E. (2002). A computational theory of complex problem solving using Latent Semantic Analysis. In W. D. Gray & C. D. Schunn (Eds.), *Proc. 24th Ann. Conf. of the Cognitive Science Society* (pp. 750-755). Mahwah : Erlbaum.
- Rogalski, J. (2000). Approche de psychologie ergonomique de l'activité de l'enseignant. *Actes du XXVI^e Colloque COPIRELEM* (pp. 45-66). Limoges : IREM de Limoges.