

WIMS:

un logiciel d'exercices interactifs;

utilisation en analyse de données

algèbre linéaire numérique,

B. Rousselet,

U.N.S.A. Laboratoire J.A. Dieudonné

U.M.R. C.N.R.S. 6621, Parc Valrose, F 06108 Nice,

Cédex 2, email : br@math.unice.fr

Communication au séminaire franco-italien de

didactique de l'algèbre, décembre 2005: **SFIDA 05**

SFIDA 05

- Questa conferenza è una “sfida” per me: non ho mai lavorato in didattica ma in analisi numerica, ottimizzazione e meccanica delle strutture;
- ma esperienza didattica:
- ho partecipato a un “campus numérique”
- ho usato il “software wims” nel quale ho anche sviluppato nuovi esercizi di algebra lineare per “data analysis” (numerical linear algebra)
- ringraziamenti a Jean Philippe Drouhard

Campus numériques

- In Italia: NETTUNO (network per l'Università ovunque)
- En France: Le ministère de l'Education nationale cherche à organiser l'offre de formation avec utilisation de nouvelles technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement (T.I.C.E.)
- Campus numériques: opérations de 3 ans réunissant plusieurs Universités et IUFM; opération terminée, en cours universités numériques thématiques/ régionales.
- Suite à l'initiative de A. Cherif (IUFM Nice), participation au campus numérique **ESCALES** pour la préparation à distance des concours de recrutement des professeurs de l'enseignement secondaire (5 Universités et 3 IUFM).

Difficultés

dans le campus ESCALES

- les participants sont hétérogènes: sciences de la vie, physique-chimie, mathématiques, responsables multimedia!
- intérêts divers:
 - développement d'une "plateforme";
 - développement dans une discipline;
 - privilégier le "distant" (webcam);
 - ou le présentiel amélioré...
 - réalisation de documents classiques;
 - renforcer le travail avec les étudiants en présentiel;
- les enseignants ont une culture individualiste: difficultés à coopérer et à mutualiser;

Réalisations

dans le campus numérique ESCALES:

- nombreux documents en pdf;
- utilisation d'une plateforme de travail collaboratif à distance;
- utilisation d'un logiciel spécifique: WIMS;
 - Expérimentation avec des exercices existants;
 - Développement de nouveaux exercices;
 - écriture de documents de cours en html amélioré wims avec exercices interactifs (J. Yaméogo);
 - recensement des exercices Wims en rapport avec le programme du CAPES M.C. David Orsay).

Etudiants visés

dans ma démarche:

- préparation au concours du CAPES de mathématiques: abandonné suite à des difficultés d'organisation.
- licence MASS (mathématiques appliquées aux sciences sociales, essentiellement économie), enseignement d'analyse de données; environ 80 étudiants; développements et expérimentations en cours.

Plateformes

d'enseignement à distance

- organisation et gestion du dépôt de documents;
- groupes virtuels qui développent des documents;
- point commun d'accès pour les étudiants;
- nombreuses fonctionnalités techniques et
- nombreuses plateformes (du domaine public et commerciales)
- WIMS: “une mini plateforme intelligente”

WIMS

(web interactive mathematical server)

Logiciel développé par Gang Xiao (UNSA);

librement téléchargeable (licence G.P.L.) sur wims.unice.fr
(version linux mais aussi une version “knopix” à utiliser sur cdrom)

(ou sites miroirs (Chine, Espagne, Hollande,USA;

Dipartimento di Matematica e Applicazioni Università di Milano–Bicocca))

Utilisé en collège (brevet blanc, site commercial) au lycée, à l’Université (I1, I2 et I3 (mass))

Des références

- Communications a TICE 04 autour de WIMS: F; Guerimand; MJ Ramage et B. Perrin Riou; F. Vandebrouk et C. Cazes

- page de Khaznadzar (lycée de Dunkerque):

<http://perso.netinfo.fr/gekha4ofour/>

- présentation (par Khaznadzar)

http://logiciels-libres-cndp.ac-versailles.fr/article.php3?id_article=105

- un article de G. Khaznadzar:

http://www.freesoftwaremagazine.com/...free_issues/issue_04/server_education_wims/

FAQ WIMS

FAQ (Foire Aux Questions) sur WIMS (B. Perrin, U. de Paris Sud):

des aides pour démarrer;

les exercices en relations avec les programmes officiels français pour l'enseignement secondaire et le concours du CAPES.

Autres logiciels

Présentation de plusieurs autres logiciels dans:

Logiciels pour l'apprentissage de l'algèbre: numero 9, 2002 de la revue Sciences et techniques éducatives.

- L'algebrista (M. Cerulli, A. Mariotti dell' U. di Pisa)
- Mathexpert (M. Beason, San José state U.)

WIMS: principes

- pédagogique: Interactivité entre étudiant et ordinateur: au delà du QCM (quizz):
- technique: WIMS est installé sur un ordinateur (avec système linux ou cdrom knopix)) relié à un réseau local ou à internet; les étudiants utilisent wims avec un navigateurs internet (netscape, mozilla, konqueror ou internet explorer);
- chaque étudiant utilise son poste de travail (éventuellement chez lui) : c'est lui qui travaille et il est noté en ligne!
- L'enseignant n'utilise presque pas le tableau;
- Il passe auprès des étudiants pour les aider!

Réponses

Réponses possibles d'un étudiant à un exercice:

formules, analysées par un système de calcul formel,

nombres (exact, numérique),

texte approché

possibilités de graphique interactif: cliquer sur un point prévu d'un graphique fourni;

QCM = "QUIZZ": *y compris sélectionner un dessin parmi plusieurs;*

Particularités WIMS

- Tirage aléatoire des données;
- Haute qualité des formules mathématiques (latex);
- Outils conviviaux de calcul en ligne pour l'étudiant (caculs matriciels, systèmes linéaires)
- Classes virtuelles: diffusion de cours; feuilles d'exercices et examen!
- Examen peut être "rejoué" pour voir les bonnes réponse;
- Dans une classe virtuelle: les etudiants peuvent être notés en ligne pour chaque exercice!
- forum
- gestion des notes

Des outils de calcul faciles à utiliser:

calculatrice de matrices

Multiplication de matrices

Calculatrice de vecteurs

Resolution de systèmes linéaires

Conséquence: il devient inutile de faire réaliser des calculs sur des cas académiques avec des 1 et des 0 !

Support de cours en ligne:

plusieurs méthodes:

- Dans une classe virtuelle, on peut fournir des documents en HTML (formules mathématiques en image) ou mettre un lien vers un document en .ps ou .pdf (rédigé en latex).
- Des documents peuvent être mis à la disposition de tous en html (engendre avec latex2html) puis amélioré par wims; des exercices wims peuvent être inclus dans ce document! inconvénient: ne peut pas être lu en dehors de wims (son format n'est pas standard)
exemple: algèbre linéaire de yameogo

Des exercices classiques de wims

en algèbre linéaire

- Gauss visuel pour résoudre un système linéaire;
- rang de matrices avec paramètres
- equation parametrique \longleftrightarrow equation implicite (cartésienne)
- Intersection droite (paramétrique) et plan (implicite)
- Tir aux vecteurs (graphique)
- barycentre graphique
- projection sur un plan donné par une équation implicite;

Divers

- Raisonnement: travaux en cours (A. Hirschowitz, J. Yameogo)
- Expérimentation en ligne avec wims: à la fin de l'exposé.

Quelques exercices développés

- Projections sur plan vectoriel donné sous forme paramétrique en grande dimension;
- Projections sur plan affine en grande dimension
- Barycentre d'un grand nombre de points en grande dimension;
- Calcul numérique de valeurs propres et vecteurs propres de grandes matrices

Réalisation de nouveaux exercices

- Langage de base: HTML
- Langage pour les mathématiques: Latex
- Interfacé avec des logiciels de calcul:
 - numérique: octave,
 - symbolique: maxima, pari (maple n'est pas du domaine public)
 - réalisation de graphiques fournis à l'étudiant
- *pas très convivial pour le développeur de nouveaux exercices!*

Une méthode de développement

- Wims possède un éditeur de texte très rudimentaire; je le déconseille pour des exercices élaborés;
- Utiliser le mode fichier proposé par Wims: les exercices sont écrits dans un éditeur de texte en mode HTML puis testés dans Wims; mon choix XEMACS en mode html;
- Les instructions wims sont repérées par un backslash \ ;
délicat: pas supporté par xemacs (ni un autre!)
- formules mathématiques: facile, peuvent être entrées au format latex (ou maxima...): exemple

Calculs numériques “importants”

Les logiciels de calcul:

matlab: commercial donc pas retenu;

octave analogue du domaine public mais l'interface n'est pas très conviviale; interfacé avec Wims; pour les exercices numériques Wims réalisés, Octave est utilisé;

scilab (domaine public: www.inria.fr): retenu pour la résolution par les étudiants: il est un peu plus convivial que octave!

Algèbre linéaire numérique avec Scilab

- Principes: les calculs matriciels s'indiquent avec des notations très proches de celles des mathématiques:
 - produit matriciel: $a * b$
 - transposition a'
- toute opération indiquée est effectuée numériquement (“calcul flottant”)
- exemple d'appel de fonctions: calcul de valeurs et vecteurs propres $[vecp, vp]=bdiag(a)$

Analyse en composantes principales

- Données: matrice B rectangulaire: les colonnes sont des individus (au sens statistique) quelques dizaines (5 à 10 avec les étudiants); les lignes sont des caractères (statistique) quelques dizaines (3 à 10 avec étudiants).
- Objectif: obtenir une représentation graphique pour interpréter les principaux caractères: projection sur un (ou des) plans significatifs.
- Principe: trouver un plan tel que la dispersion (inertie, covariance) soit minimale
- Ici présentation déterministe

Méthode:

- centrer la matrice (calcul du barycentre des colonnes)
- former une matrice de covariance et
- calculer ses plus grandes valeurs propres et vecteurs propres.
- On projette sur le plan associé aux 2 plus grandes valeurs propres (eventuellement autres plans).

Interprétation de la position des points (à partir d'une expertise du domaine pratique dont sont issues les données).

Scénario pédagogique

Une matrice de données est fournie à l'étudiant; il doit réaliser l'A.C.P.:

- calculer l'inertie par rapport au plan optimal
- Dessiner les projections des individus sur le plan optimal
- ces données sont fournies en réponse à un exercice wims
- l'étudiant utilise scilab!
- manque de formation: je fournis de nombreuses fonctions qui permettent d'obtenir le résultat, car les étudiants ne maîtrisent pas le logiciel scilab;
- l'exercice wims fait appel à Octave pour réaliser les calculs numériques (en particulier calculs de valeurs propres)

Exemple

académique Voici une matrice: chaque ligne représente le classement des étudiants dans une matière.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6	1	4	5	3	2	9	7	8	10	11
2	6	5	3	4	1	8	9	7	10	11

dessin

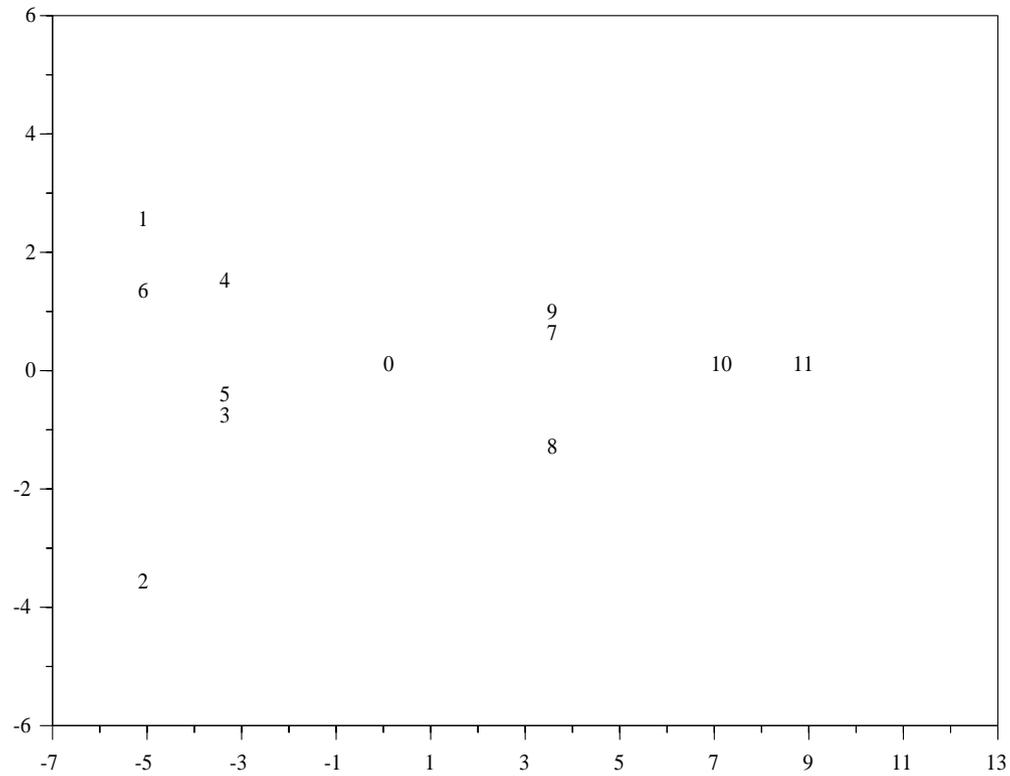


Figure 1: acp

Comportement des étudiants

- Les étudiants travaillent
- parcequ'ils sont notés et
- parceque l'enseignant n'écrit rien au tableau!
- choix pédagogiques: les "feuilles" de la semaine sont:
 - mises en ligne avant la séance pour s'entraîner et ouvertes à la notation pendant la séance;
 - mises en ligne avant la séance e ouvertes à la notation;
 - un handicap pédagogique: les étudiants ont parfois tendance à trouver la bonne réponse sans vraiment comprendre!
 - complétées ou non par des rédactions de solutions sur papier;
- les étudiants sont très surpris par les bogues des

L'activité peut être suivie avec les notes de chaque exercice; un début par Vandebrouk et Cazes (TICE 04).

Algèbre et géométrie

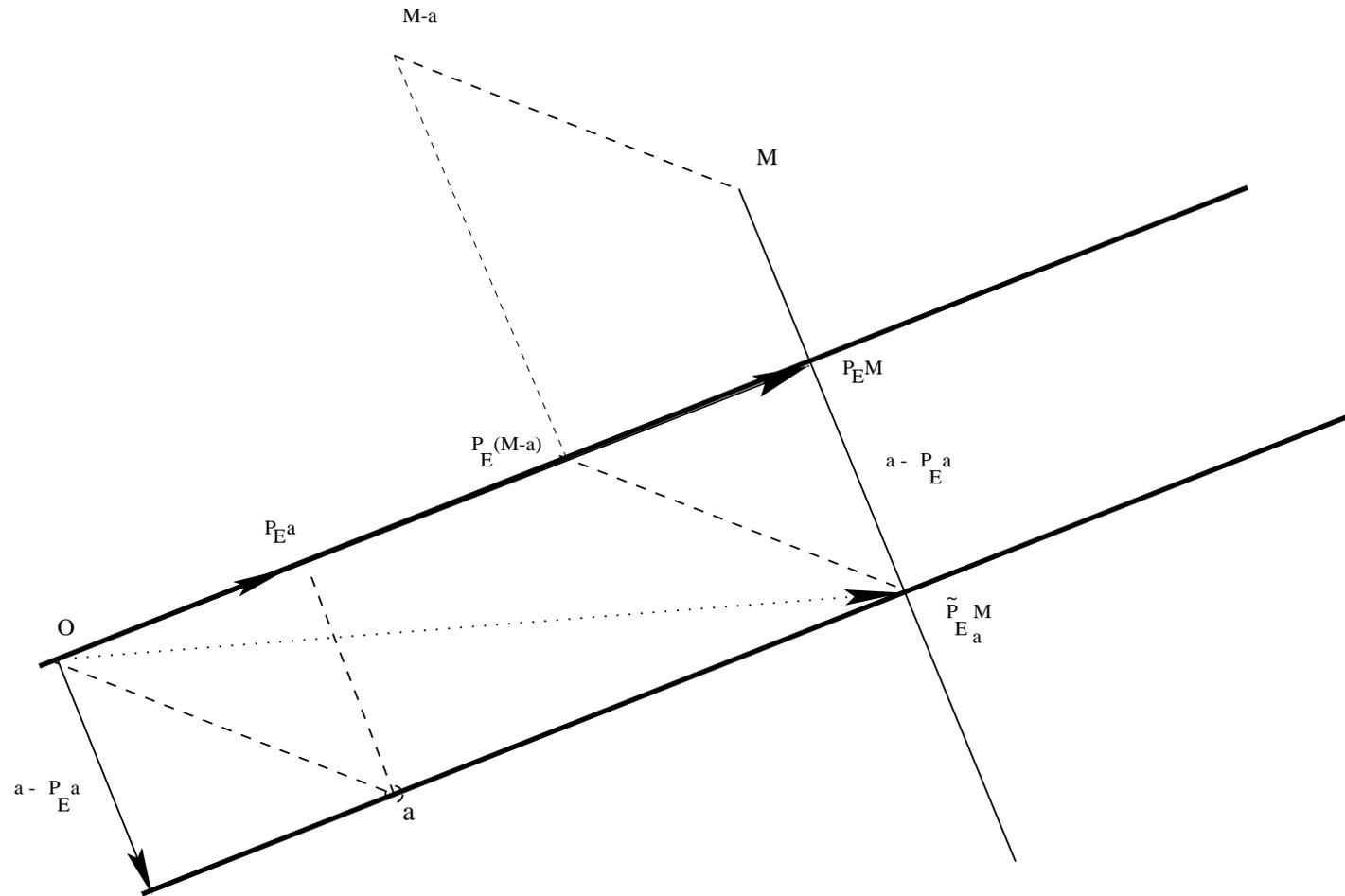


Figure 2: projection

La projection est caractérisée par:

avec vecteurs directeurs	avec vecteur normal
$(\vec{b} - \tilde{P}_{\mathcal{P}_a} \vec{b}) \cdot u_\alpha = 0$	$(\vec{b} - \tilde{P}_{\mathcal{P}_a} \vec{b}) = \beta \nu$
$\tilde{P}_{\mathcal{P}_a} \vec{b} = a + \lambda_1 u_1 + \lambda_2 u_2$	$((\tilde{P}_{\mathcal{P}_a} \vec{b}) - a) \cdot \nu = 0$

En pratique, on la détermine par l'une des 2 méthodes suivantes. **Première méthode**, avec les vecteurs directeurs. $\tilde{P}_{\mathcal{P}_a} \vec{b} = a + \alpha_1 u_1 + \alpha_2 u_2$ et $(\vec{b} - \tilde{P}_{\mathcal{P}_a} \vec{b}) \cdot u_\alpha = 0$ ce qui fournit les paramètres solutions du système linéaire:

$$G \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u_1 \cdot (b - a) \\ u_2 \cdot (b - a) \end{pmatrix}$$

où la matrice G dite de Gramm est

$$G = \begin{pmatrix} u_1 \cdot u_1 & u_1 \cdot u_2 \\ u_2 \cdot u_1 & u_2 \cdot u_2 \end{pmatrix}$$

Remarque Dans le cas où u_1, u_2 est orthonormée, G est la matrice identité et la formule revient à calculer les composantes sur ces deux vecteurs.

Deuxième méthode, avec le vecteur normal, On utilise

$$(\vec{b} - \tilde{P}_{\mathcal{P}_a} \vec{b}) = \beta \nu$$

et $\tilde{P}_{\mathcal{P}_a} \vec{b} \in \mathcal{P}_a$ ou $((\tilde{P}_{\mathcal{P}_a} \vec{b}) - a) \cdot \nu = 0$

$$\tilde{P}_{\mathcal{P}_a} \vec{b} = b - ((b - a) \cdot \nu) \nu$$

Pour l'enseignant:

- Gros travail de préparation de nouveaux exercices;
- difficile à faire prendre en compte dans les activités d'enseignement;
- debogue des exercices demande un grand nombre d'étudiants;
- en classe: les séances de T.D. peuvent être composées d'une séance en salle classique suivies d'une séance en salle machine;
- en classe wims la place de l'enseignant change: il devient un conseiller...
- s'efforce de faire utiliser le cours par les étudiants;

Examens:

- peuvent être en ligne pour la séance prévue et s'arrêtent exactement à l'heure prévue!
- peuvent être connus à l'avance (solution soutenue par G. Xiao):
 - des données numériques sont aléatoires donc pas connues à l'avance;
 - chaque exercice de l'examen est tiré aléatoirement parmi plusieurs exercices de difficultés équivalente;
 - pour une promotion de plus de 100 étudiant on peut faire passer l'examen par groupe de 30 à des heures différentes;

Les notes de wims: a voir avec ooffice

Conclusions:

- Les spécialistes de chaque discipline ne doivent pas laisser les TICE aux seuls experts de TICE: cela aboutit le plus souvent à de beaux logiciels sans contenu!
- L'enseignant doit surmonter
 - des difficultés techniques
 - l'inertie de l'administration (pour organiser les examens...)
 - accepter que sa relation avec les étudiants change
 - accepter de partager les exercices et les développements;

Besoins et perspectives

Besoins ● planifier les exercices à développer

- planifier les développements logiciels (cf association mathenpoche)

Perspectives Evaluation didactique de la formation des élèves et étudiants avec WIMS: un champ de recherches ouvertes!