

# EVAPM - Note méthodologique

Antoine BODIN  
Responsable de l'observatoire EVAPM

L'observatoire EVAPM s'est progressivement mis en place à partir de 1986, dans le cadre de l'APMEP (Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public), avec des concours et appuis divers.

Concours directs : IREMS de BESANÇON et de POITIERS, INRP, Groupe de Recherche "Didactique et acquisitions des connaissances Scientifiques" du CNRS.

Appuis et encouragements : Inspection Générale de Mathématiques, Direction des Lycées et Collèges, Conseil National des Programmes, Direction de l'Évaluation et de la Prospective,...

*Il convenait, dans cette introduction de citer les institutions qui, d'une façon ou d'une autre, facilitent le développement de l'observatoire. Toutefois, cette reconnaissance n'engage pas leur responsabilité directe et l'APMEP (par l'intermédiaire de son Bureau et de son Comité National, relayés par les responsables qu'ils désignent), garde la maîtrise et la responsabilité de l'ensemble des opérations.*

EVAPM a été initialement organisée pour suivre la mise en place des nouveaux programmes du Collège. Peu à peu les enquêtes se sont développées pour finalement porter sur tous les niveaux du Collège (Sixième à Troisième), puis sur le niveau Seconde d'Enseignement Général des Lycées et cette année sur le niveau Première.

Les enquêtes elles-mêmes concernent les compétences des élèves, mais aussi le contexte dans lequel s'effectue l'enseignement, les conceptions et pratiques de enseignants,... Finalement les enquêtes cherchent à rendre compte de l'état du système d'enseignement des mathématiques et de l'évolution de cet état. De ce fait chaque enquête est répétée et complétée à intervalle plus ou moins régulier.

Les enquêtes elles-mêmes ne constituent que la partie la plus visible de l'observatoire. La conservation des informations recueillies et la mise en relation de ces informations constituent un des soucis permanent des responsables de l'observatoire.

## Particularités des enquêtes EVAPM

De la sixième à la Troisième, ces enquêtes ont été faites :

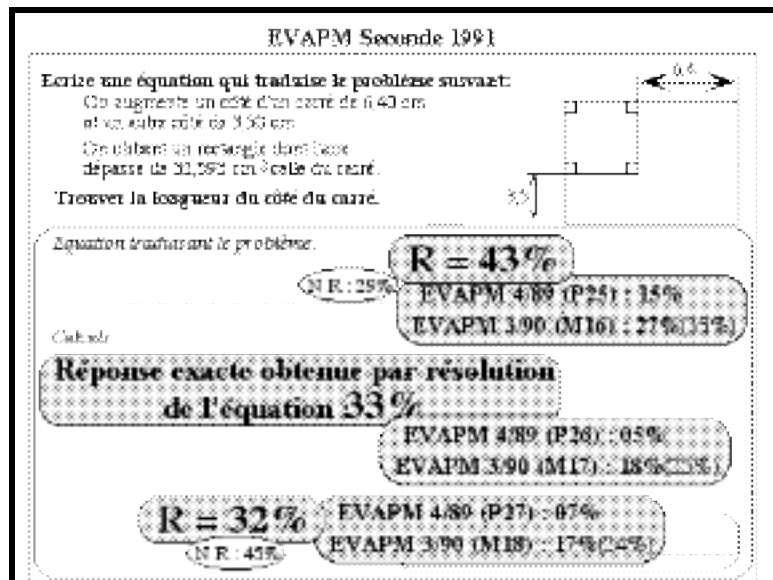
- une première fois à la fin de la première année de mise en place des nouveaux programmes (juin 87 pour le niveau Sixième, juin 88 pour le niveau Cinquième etc....).
- une seconde fois (avec certaines épreuves reprises de l'évaluation précédente et d'autres nouvelles), à la fin de la troisième année. (juin 89 pour la deuxième évaluation du niveau Sixième, juin 90 pour le niveau Cinquième ...).

En ce qui concerne la classe de Seconde il n'y a eu qu'une enquête à ce jour, mais une reprise est envisagée à court terme.

Pour la classe de Première, l'enquête aura lieu la dernière année d'application du programme en cours ; cela, bien sûr, pour permettre de suivre les évolutions ultérieures.

Le calendrier des reprises ultérieures sera souple et dépendra notamment des projets de changements de programmes ; une périodicité de quatre à cinq ans semblerait toutefois correcte.

De façon systématique, les enseignants sont étroitement associés à la conception des épreuves, à leur passation, et à l'interprétation des résultats.



En ce qui concerne la conception des instruments d'évaluation, l'équipe EVAPM proprement dite (Collège et Lycée), comporte une cinquantaine d'enseignants provenant de 14 Académies. Au gré des besoins, tout ou partie de cette équipe se réunit à PARIS, mais une grande partie du travail se fait par courrier, minitel et téléphone.

### **Les enquêtes proprement dites,**

- portent sur des populations très importantes (par exemple, pour l'évaluation 1990 - Troisième et Cinquième : 195 000 élèves, 7 300 classes, 4 350 Professeurs, 1 200 établissements répartis sur l'ensemble des 25 Académies). De façon évidente, cette importance numérique n'est pas justifiée par les besoins de la recherche mais par notre souci de communication avec les enseignants. Permettant de neutraliser certaines variables, cette importance numérique n'est toutefois pas sans intérêt pour la recherche.
- mettent à la disposition de l'ensemble des enseignants, de façon quasi-instantanée, des informations sur les effets de la mise en place des nouveaux programmes ou sur l'évolution du système. Nous avons de nombreux témoignages du fait que cette information est saisie comme occasion de concertation et de formation.
- s'appuient sur les recherches sur l'évaluation qui se sont faites ces dernières années en particulier à l'IREM de BESANÇON, sur des travaux d'autres IREMS, sur les travaux de l'INRP et de la DEP, ainsi que sur les acquis des recherches en Didactique des Mathématiques.

Ces enquêtes sont systématiquement mises en relation avec d'autres enquêtes du même type en France et à l'étranger (SPRESE, l'INRP, APU Britannique, Évaluations internationales (IEA,...)) ; elles fournissent des données importantes susceptibles d'alimenter des recherches ultérieures.

### **Représentativité des enquêtes EVAPM**

Nous avons cherché à "mesurer" le biais systématique introduit du fait de l'aspect volontaire et souvent militant de la participation des enseignants à nos enquêtes. Les comparaisons avec les résultats obtenus par la DEP, sur les mêmes questions passée la même année, par des échantillons statistiquement représentatifs, nous ont convaincus que ce biais, s'il existe, est très faible et que, de toutes façons, son importance est moindre que, par exemple, les effets produits sur les résultats d'une question, par son insertion dans un questionnaire particulier. Nous avons en effet pu constater qu'il était possible de modifier considérablement le comportement des élèves devant une question en jouant sur l'environnement de cette question dans une épreuve.

## **PLAN des ENQUETES**

*La description qui suit correspond plus précisément à l'opération Seconde 1991.- les dix opérations qui ont eu lieu depuis 1987 (deux par an en général), ayant suivi à peu près le même schéma, avec toutefois une complexification croissante au fil des années.*

Une équipe d'environ 25 personnes se répartit le travail d'élaboration des instruments d'évaluation et d'analyses des informations recueillies. Les membres de cette équipe se réunissent plusieurs fois dans l'année, et sont en contact permanent par courrier et minitel interposés.

Une équipe de coordination de deux ou trois membres conserve, à tout moment, une connaissance aussi totale que possible de ce qui a déjà été fait et de ce qui est en préparation. Les membres de cette équipe élaborent la politique d'ensemble des opérations ainsi que la communication avec les instances dirigeantes de l'APMEP et avec l'ensemble des collègues par l'intermédiaire de la presse de l'association (B.G.V).

Les évaluations proprement dites ont lieu fin mai ou début juin mais la préparation commence dès le mois de septembre précédent. Cette préparation comprend :

- La tenue du fichier des inscriptions des collègues et des classes qui participeront à l'évaluation.
- La préparation de trois types de questionnements débouchant sur :
  - un questionnaire destiné aux professeurs (une centaine de questions),
  - un questionnaire concernant les classes,
  - des questionnaires destinés aux élèves et ne portant jusqu'à présent que sur leurs acquisitions en mathématiques.

Dans ce domaine, pour des raisons que nous expliquons dans les divers rapports, le parti pris est celui de l'exhaustivité du questionnement.

## **L'observation des compétences des élèves**

Les instruments destinés à recueillir des informations sur les compétences des élèves sont de plusieurs types et sont élaborés à partir d'études faites autour de divers thèmes.

### **Les thèmes**

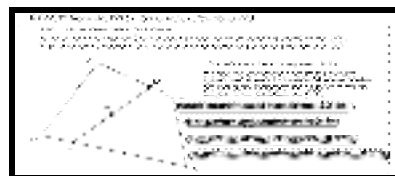
Après une série d'ajustement successifs, nous avons fini par retenir 9 thèmes plus ou moins liés aux contenus et que nous cherchons à organiser en champ conceptuels. Il s'agit des thèmes suivants:

- C : Tracés - Constructions géométriques**
- D : Connaissance et utilisation des théorèmes en géométrie**
- Y : Géométrie dans le plan muni d'un repère (géométrie analytique)**
- E : Géométrie de l'espace**
- V : Calculs d'aires et de volume, grandeurs**
- N : Connaissance des nombres - calcul numérique**
- A : Calcul littéral - Algèbre**
- F : Fonctions (proportionnalité et situations affines au Collège)**
- S : Gestion de données statistiques (et probabilités en Première)**

Nous avons de plus retenu les thèmes transversaux suivants :

- R : Déduction - Argumentation - Expression**  
(non limité au domaine géométrique)
- P : Recherche de problèmes**
- M : Traitement mental d'informations mathématiques**  
(non limité au calcul mental, ce thème concerne en particulier les conceptions des élèves)

Les thèmes courent du niveau Sixième au niveau Première (pour l'instant !). Selon les niveaux, tel ou tel d'entre eux prend plus d'importance, l'essentiel étant que cette façon de procéder nous éloigne des descriptions notionnelles habituelles (en termes de chapitres de manuel). Dans notre cas, chaque fois qu'une notion nouvelle est introduite, nous devons nous demander à quelle classe



de problèmes elle se rattache et quelles sont les modifications de comportements qui peuvent en résulter chez les élèves. Les thèmes, étudiés en continuité de la sixième à la troisième, nous permettent de suivre l'évolution des comportements des élèves, face à une même tâche, tout au long de leur scolarité. Ils nous permettent de rendre compte du rôle du temps dans les apprentissages.

Chaque thème est pris spécifiquement en charge par une petite équipe de deux à quatre personnes, cette équipe ayant elle-même un responsable. Chaque équipe a pour tâche de constituer un dossier-thème identifiant et opérationnalisant les capacités ou compétences relevant du thème. Pour chaque niveau, elle élabore et expérimente un questionnaire-thème qui contient en particulier des opérationnalisations de l'ensemble des "compétences exigibles" du niveau évalué.

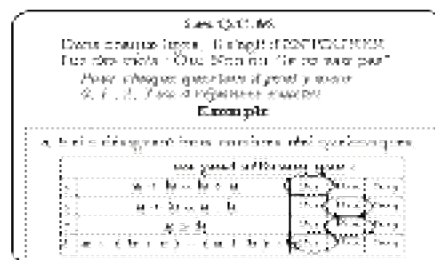
Les questionnaires-thèmes servent donc à la mise à l'essai des questions. Toutes les questions placées ensuite dans les épreuves définitives sont ainsi pré-expérimentées sur quelques classes. Ces questionnaires présentent aussi l'intérêt de permettre l'étude des différences de comportements des élèves selon qu'une question est placée dans un questionnaire thématique ou dans un questionnaire composite (contenant des questions se rapportant à des thèmes différents).

## **Épreuves utilisées dans les enquêtes**

**Type A : les questionnaires dits "Compétences exigibles" (première passation)**

(6 questionnaires de 55 minutes en Seconde 1991)

Leur ensemble recouvre aussi fidèlement que possible les compétences exigibles définies par les instructions officielles, sans qu'il y ait de notre part de jugement à priori sur la pertinence ou le réalisme des objectifs ainsi pris en compte. Par définition, nous incluons dans les "compétences exigibles" à un niveau donné (*niveau n*), toutes celles qui l'étaient déjà à l'un niveau antérieurs (*niveau n-p*).



### **Type B : Les questionnaires dits "complémentaires"** (deuxième passation)

(6 questionnaires de 55 minutes en Seconde 1991)

Ces questionnaires sont destinés à compléter notre information sur le savoir des élèves et à voir jusqu'où il est possible d'aller, au moins avec certains d'entre eux.



Sauf dans quelques classes spéciales, dont il sera question plus loin, chacun des élèves des classes inscrites à l'évaluation passe une épreuve de type A et une épreuve de type B. (une seule de chaque type).

Toutes les classes ne passent pas les mêmes épreuves. Pour les classes, il y a 36 modalités de passation, et deux élèves voisins ne passent jamais les mêmes épreuves.

### **Type C : les épreuves spéciales**

Quelques classes sont mises de côté pour des études particulières. Il s'agit de compléter notre information sur des points qu'il ne serait pas possible d'observer sur une population importante, ou encore d'étudier l'influence sur les résultats des conditions de passation. Les élèves de ces classes passent normalement l'épreuve de type A, mais l'épreuve de type B est remplacée par des épreuves spéciales.

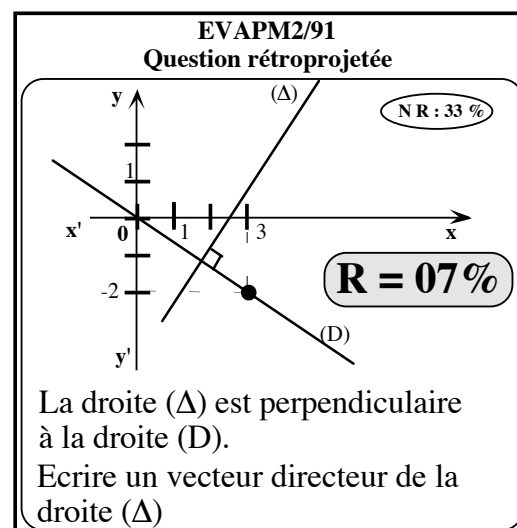
Dans ce cadre, plusieurs types d'épreuves sont utilisées :

- épreuves "**Déduction - Argumentation - Expression**"
- épreuves "**Recherche de problèmes**"

pour ces deux types d'épreuves, les réponses intégralement rédigées par les élèves, forment, avec les brouillons, un corpus soumis ensuite à l'analyse de contenu.

- épreuves "**Conceptions et traitement mental d'informations mathématiques**"

Ces épreuves tiennent compte de contraintes spécifiques et utilisent successivement deux supports : la voix et l'image (rétroprojecteur). Bien entendu, les retours en arrière sont rendus impossibles et le temps de passation est strictement contrôlé.



La droite ( $\Delta$ ) est perpendiculaire à la droite (D).  
Ecrire un vecteur directeur de la droite ( $\Delta$ )

A titre d'exemple, voici le plan de répartition des diverses épreuves de l'évaluation Seconde 1991.

# EVAPM 2/91

## Plan de l'évaluation Organisation des questionnaires et épreuves

		Questionnaires composites						Questionnaires Thèmes contenus				Q.C.M.		Questionnaires Thèmes transversaux			TOTAL				
		A	B	C	D	E	F	M	N	P	Q	R	S	T	U	V					
Thèmes																					
C	Tracés...	5	2	2	2	2	2														15
D	Théorèmes...	1	2	1	3	1	2					8	8	2	2	3				33	
Y	Repère...	1	2	2	1	2	3				9	4	5			7				36	
E	Espace		1	2		1	1			6		4	2	1						18	
N	Nombres	3	2	3	1	1	3					4	6		1	10				34	
A	Algèbre	4	4	2	3	3	2	7				3	3			7				38	
F	Fonctions..	1	1	3	1	2	2		6			1	4			6				27	
S	Statistiques	1	1	1	2	1	1					1			1					9	

Ensemble géométrie	7	7	7	6	6	8			6	9	16	15	3	2	10				102
Ensemble numérique	7	6	5	4	4	5	7				7	9		1	17				72
Fonctions-Données	2	2	4	3	3	3		6			2	4		1	6				36

Nombre de questions	16	15	16	13	13	16	7	6	6	9	25	28	3	4	33				210
Nombre d'items	49	44	45	43	41	50	32	38	26	46	25	28	37	31	33				568

**Passation générale**

- ( M = Questionnaire thème Algèbre
- ( N = Questionnaire thème Fonctions
- ( P = Questionnaire thème Espace
- ( Q = Questionnaire thème Géométrie... repère
- ( R = Q.C.M. N°1
- ( S = Q.C.M. N°2

**Passation réduite** (15 classes pour chaque questionnaire)

- ( T = Argumentation - déduction - expression
- ( U = Recherche de Problèmes
- ( V = calcul rapide et représentations mentales

## STRUCTURATION DES DONNEES

Les résultats sont recueillis de façon à pouvoir être mis en correspondance de différentes façons. Outre les statistiques habituelles, question par question, nous étudions les dépendances entre questions, entre domaines, entre des résultats élèves et des caractéristiques de la classe ou du professeur etc... Les méthodes utilisées font appel aussi bien aux statistiques classiques qu'aux méthodes d'analyse des données telles que les analyses factorielles de correspondances, l'analyse hiérarchique, l'analyse implicite (R.GRAS)...

Bien entendu toutes les garanties sont données pour qu'il ne soit jamais possible d'obtenir un résultat concernant un élève, un professeur, une classe, ou même un établissement particulier. Par contre chaque enseignant, ou équipe d'enseignants, est invité à conserver trace des résultats de sa classe aux fins de comparaisons avec les résultats généraux.

A titre indicatif, voici les différents fichiers saisis après l'opération Seconde 1991:

### **FICHIERS de type 1 : Classes et Professeurs**

Contiennent l'ensemble des informations concernant un échantillon de 400 classes et des professeurs associés à ces 400 classes. Pour chaque classe, nous saisissons les statistiques des résultats de l'ensemble des élèves de la classe (et non les résultats individuels), des informations concernant la classe et des informations concernant le professeur.

A partir de ces fichiers, les intervalles de confiance des taux de réussite ont une amplitude de l'ordre de 5% (seuil 0,95).

*En cinquième 1988, nous avons saisi 1000 classes et 1000 professeurs, ce qui nous assurait des intervalles de confiance de 2% au même seuil. Mais la saisie coûte cher et comme nous avons été obligés de faire quelques sacrifices.*

### **FICHIERS de type 2 : Élèves**

Contiennent l'ensemble des résultats individuels d'un échantillon de 1 800 élèves.

Chaque ligne contient l'ensemble des informations concernant un élève. Les non réponses sont distinguées des réponses fausses. Compte tenu des 36 modalités de passation possible, nous n'avons plus qu'un effectif de 50 élèves par croisement possible (50 élèves choisis dans 50 classes différentes). Compte tenu de notre souci de croiser les informations aussi souvent que possible, ces fichiers bien qu'importants, ne sont même pas suffisants pour assurer à nos corrélations un degré de confiance acceptable.

*Pour toutes les opérations du collège, compte tenu du nombre moins grand d'épreuves, le nombre d'élèves par croisement possible était d'une centaine, ce qui était plus satisfaisant.*

### **FICHIERS de type 3 : Passations spéciales.**

Ces fichiers rassemblent l'ensemble des informations concernant les élèves des classes ayant passé les épreuves spéciales, dont par ailleurs l'ensemble des productions papier ont été conservées pour des études plus "didactiques": analyses de procédures, dépendances... Ces fichiers permettent en particulier de raccorder les évaluations particulières à l'évaluation générale.

La saisie des résultats est financée par l'APMEP, ou plus précisément, par la vente des brochures EVAPM, mais la structuration des données et leur traitement est assuré à l'IREM de BESANÇON.

*En ce qui concerne le financement, précisons que les opérations EVAPM ne bénéficient d'aucune subvention, et que seules les contributions de établissement et la vente des brochures permettent de faire face à l'ensemble des frais. (La seule opération 89/90 nous a conduit à faire imprimer et à diffuser plus de dix tonnes de documents!).*

Le soin apporté à la conservation des fichiers de résultats ainsi qu'à l'ensemble des documents papiers relatifs à nos opérations, nous permet d'envisager de compléter ou de reprendre certaines études plusieurs années après la passation. Cela sera le cas, au fur et à mesure que nos moyens nous permettront d'effectuer des saisies plus importantes et que l'évolution des connaissances et des techniques nous permettront d'envisager des analyses statistiques plus complexes.

Signalons que l'utilisation d'un logiciel de saisie et de traitement local des résultats, dans le cas de l'opération Premières 1993, devrait nous permettre d'accroître sensiblement la taille des échantillons traités, et cela sans augmentation des coûts.

## **LES ANALYSES**

On peut distinguer deux niveaux d'analyse :

### **Premier niveau d'analyse :**

Dès la passation, les membres des équipes mettent en route les analyses des résultats, par thème, en étudiant sur place des productions d'élèves et donc en s'intéressant aux procédures. Dès le 15 août ils sont en possession des résultats bruts (en fait les taux de réussite item par item, et les taux de non-réponses, correspondant aux fichiers de type 2). Des analyses sont alors rédigées et échangées entre les membres de l'équipe pour relecture, amélioration et mise en cohérence..

Une brochure contenant l'ensemble des épreuves, des résultats et des analyses faites par le groupe de préparation est imprimée et diffusée vers la fin du mois de Décembre de la même année.

## **Deuxième niveau d'analyse :**

De nombreuses études sont susceptibles d'être faites à partir des données telles qu'elle sont décrites ci-dessus. Outre les diverses analyses de données, il faut pouvoir situer les observations faites par rapport à des études similaires menées en France ou dans d'autres pays, ou encore, par rapport aux questions et aux acquis de la recherche en Didactique des mathématiques. Ces études demandent du temps et des compétences particulières.

L'IREM de BESANÇON a entrepris certaines de ces études, d'autres sont en cours à RENNES par l'intermédiaire de Régis GRAS (analyses implicatives). D'autres chercheurs en didactique des mathématiques commencent à s'intéresser aux données EVAPM et à les intégrer dans leur réflexion.

La communication régulière avec un groupe de travail du Groupe de Recherche Didactique (CNRS), ainsi qu'avec les chercheurs Européens de l'ADMEE (Association pour le Développement des méthodologies d'Évaluation en Éducation - EUROPE) sont de nature à favoriser ce niveau d'analyse. Des rapports privilégiés se sont aussi développés avec l'équipe de conception de la Troisième Étude Internationale sur l'Enseignement des Mathématiques et des Sciences (TIMSS / IEA).

## **La base de données EVAPMIB**

Cette base de données de questions d'évaluations en cours de développement à l'IREM de BESANÇON a été conçue pour faciliter la préparation et l'exploitation des enquêtes EVAPM. On consultera à ce sujet le document "développement d'une base de données d'évaluation en mathématiques" et, éventuellement, la disquette de démonstration.

### **OBSERVATOIRE EVAPM DES COMPÉTENCES DES ÉLÈVES**

#### **Liste des rapports publiés ou en cours de publication**

*Les rapports d'évaluation, publiés sous forme d'une collection de brochures, contiennent des analyses des programmes, leur découpage en objectifs, les épreuves d'évaluation, les résultats et des analyses.*

<b>EVAPM6/87</b>	Classe de Sixième (1987) - 160 pages
<b>EVAPM5/88</b>	Classe de Cinquième (1988) - 246 pages
<b>EVAPM4/89</b>	Classe de Quatrième (1989) - 246 pages
<b>EVAPM3/90</b>	Classe de Troisième (1990) - 257 pages
<b>EVAPM2/91</b>	Classe de Seconde (1991) - 257 pages
<b>EVAPM1/93</b>	Classes de Premières (1993) - 1ère partie publiée 2ème partie en préparation

<b>EVAPM6/89-5/90</b>	Actualisation 1989-1990 des évaluations Sixième et Cinquième - 257 pages
<b>EVAPM4/91-3/92</b>	Actualisation 1991-1992 des évaluations Quatrième et Troisième - 257 pages

**Diffusion : APMEP - 26 rue Duméril - 75013 PARIS**

## Bibliographie sommaire

- BODIN A. (1985) : *Problèmes de l'évaluation des savoirs mathématiques* - Petit x n°7/1985 - IREM de Grenoble.
- BODIN A.(1992) : *Réflexion sur les représentations, les conceptions et les compétences* - Petit x , 30/1992
- BODIN A., (1988) : Evaluation in mathematics : *the quality of students' knowledge* - 6ème congrès international sur l'enseignement des mathématiques (ICME.6). Budapest Août 1988. Traduction française: *l'évaluation du savoir mathématique*. Bulletin de l'Association des professeurs de mathématiques.(APMEP) N°368/1989 pp 195-219.
- BODIN A., (1989) : *Rôle de l'évaluateur dans une évaluation à "grande échelle"*. Actes de la Rencontre 1989 de l'Association pour le développement des méthodologies d'évaluation en éducation, ADMEE-EUROPE Paris Septembre 89 - Publié par l'INRP (L'évaluateur en Révolution - INRP 1990)
- BODIN A., (1992) : *What does to assess mean ? The case of Mathematical Knowledge* . Conférence faite à ICME 7 - QUEBEC.1992., in Investigations into Assessment in Mathematics Education : an ICMI study - Kluwer Academic Press
- CARDINET. J., (1986) : Evaluation scolaire et mesure - De Boeck Université
- COUTURIER.F.et BODIN.A.(1992) : Développement d'une base de données d'évaluation en mathématiques - IREM de BESANÇON
- EDUCATIONAL TESTING SERVICE (1989) : A world of differences - An international assesment of mathematics and science
- EDUCATIONAL TESTING SERVICE (1991) : Learning Mathematics.
- GRAS, R. (1986) : Recherches sur l'apprentissage: Analyse des correspondances et méthodes statistiques apparentées - Cahier du Cirade - Université du Quebec à Montreal.
- GRAS.R (1977) : Contributions à l'étude expérimentale et à l'analyse de certaines acquisitions cognitives et de certains objectifs didactiques en mathématiques - Thèse- université de RENNES (1977).
- HAMBLETON, R.K. ; SWAMINATHAN, H (1985) : Item Response Theory - Principles and Applications Kluwer. Nijhoff.
- IREM de BESANÇON - BODIN.A et all.(1981- 1985) : OBJECTIFS et EVALUATION ,  
fascicule 1 : généralités  
fascicule 2 : niveaux 6ème et 5ème.  
fascicule 3 : niveaux 4ème et 3ème.
- NUTTALL, D. L. (1987) : The validity of assessments - Europeen Journal of Psychology of Education - 1987 Vol II
- ROBIN, D.; BARRIER, E. (1985) : Enquête internationale sur l'enseignement des mathématiques - Le cas Français. - Institut National de Recherches Pédagogiques (Paris).
- ROBITAILLE F. , GARDEN A. (1989) : The IEA Study of Mathematics II : Contexts and Outcomes of School Mathematics. Pergamon Press
- STAKE, R. (1975) : Evaluating the Arts of Education : A responsive Approach, Columbus, Merrill.
- TIMSS (Third International Mathematics and Science Study) (1990) : TIMSS - an introduction.
- TOURNEUR Y, ROCHEZ-NIMAL.P (1987).: Macro-évaluation: finalités, objets d'étude et méthodes.- Mesure et évaluation en éducation, Vol 10 - n°3
- TOURNEUR.Y, BOUILLON. D., : Les questions en mathématiques : étude critique - Mesure et Evaluation en Education- Vol 12/2/3(1989)
- TRAVERS K. J. , WESTBURY I (1989) : The IEA Study of Mathematics I : Analysis of Mathematics Curricula. - Pergamon Press.
- VERGNAUD G. (1990) : La théorie des champs conceptuels - Recherches en Didactique des Mathématiques Vol 10/ 2.3 - Ed la pensée sauvage GRENOBLE