

3^e PARTIE :

ACTIVITES ET PUBLICATIONS

DES GROUPES DE RECHERCHE

SUR L'ENSEIGNEMENT DE L'ANALYSE

1 - ACTIVITES DES GROUPES I.R.E.M. PARTICIPANT AU GROUPE INTER-I.R.E.M. D'ANALYSE

Les groupes IREM-Analyse sont formés d'enseignants du Supérieur et du Secondaire. Ils comptent en général de cinq à dix personnes. Parmi les motivations qui amènent à participer à de tels groupes, on trouve notamment :

- le besoin de réflexion collective sur les problèmes pédagogiques vécus chaque jour dans la classe. La confrontation des expériences conduit à se remettre en question, donne des éléments pour progresser, appelle à diversifier ses recherches et ses sources de réflexion personnelle.

- le besoin de renouveler ses méthodes de travail, de savoir susciter l'intérêt des élèves, de leur proposer des activités mathématiques significatives et formatrices.

- le besoin de remettre à jour ou de compléter ses connaissances théoriques. Mieux maîtriser un sujet permet de mieux l'enseigner, même (ou surtout ?) si c'est à un niveau élémentaire.

- le besoin d'aborder certaines notions de façon pluridisciplinaire.

Dans la plupart des cas les travaux des groupes analyse sont menés à deux niveaux :

- un niveau général : réflexion sur l'analyse, sur son enseignement à un stade donné ou à tous les stades (d'un point de vue scientifique), sur les objectifs de cet enseignement.

- un niveau plus ponctuel ou pratique : partant des réalités ambiantes (programmes, homogénéité ou hétérogénéité des classes, motivation des élèves...) il s'agit de recenser les difficultés concrètes de l'enseignement de l'analyse, d'en chercher les origines, de proposer des remèdes.

Ces travaux s'étalent en général sur plusieurs années scolaires. Ils intègrent le plus souvent à leur progression des expérimentations avec des classes réelles. Seules ces expérimentations et les conclusions qui s'en dégagent permettent de juger les modifications pédagogiques que propose un groupe. Ces comptes rendus d'expérimentations illustrent fréquemment les publications au travers desquelles les divers groupes I.R.E.M. voudraient faire connaître les résultats théoriques ou pratiques de leurs activités.

2 - PUBLICATIONS DES GROUPES INTER-I.R.E.M. D'ANALYSE

Colloque Inter-I.R.E.M.

• Colloque "Enseignement de l'analyse" (janvier 1977 - Dijon)

① Usage des calculateurs programmables dans l'enseignement de l'analyse

- Dresser des tables de valeurs numériques : usage de ces tables. Calcul des différences finies, interpolation.
- Limite d'une fonction : faire présenter en première l'existence d'une limite en 2 (resp. en $+\infty$) de la fonction

$$x \mapsto \frac{\sqrt{x+2}-2}{x-2} \quad (\text{resp. } x \mapsto \sqrt{x+\sqrt{x}}-\sqrt{x}) \text{ au}$$

moyen d'une sous-suite d'une suite avec utilisation d'une HP - 25.

- Résolution approchée d'équations par la méthode de Newton (avec HP - 25) : étude expérimentale d'exemples

$$(x = \frac{1}{2} (x + \frac{2}{x}), x - \sin x - 0,25 = 0, 1 x^3 + x = 1000 \dots)$$

et étude théorique de conditions suffisantes de convergence.

- Calcul d'intégrales par des méthodes d'approximations (et HP - 25) et comparaison des méthodes (fonctions en escalier, trapèzes, tangentes, Simpson).

- Pour une approche heuristique de l'analyse (en Terminale C) : "Comprendre d'abord, formaliser ensuite" (déclaration d'intentions).

② Analyse et épistémologie : réflexions sur la situation actuelle et les remèdes possibles, autour des thèmes suivants : suites et fonctions, calcul intégral, la notion de rigueur en analyse.

③ Activités préparatoires à l'analyse : propositions pour organiser ces activités.

④ Les causes d'échecs et d'erreurs en analyse.

⑤ A propos de la notion de limite de la maternelle à l'Université (réflexion générale).

⑥ Liaisons Terminales - DEUG (réflexion générale)

* * *

Bordeaux

• Dans le journal de liaison de l'I.R.E.M. de Bordeaux de mars 1978 :

① — une introduction à la notion de suite réelle en Seconde : une série de TD destinés à familiariser les élèves avec la notion de suite réelle infinie, de convergence, de rapidité de convergence, et par là à préparer le terrain pour le concept de limite ; avec quelques exemples de situations concrètes où les suites interviennent.

② — A propos d'intégrales : des thèmes d'activités pour montrer qu'on peut faire bien des choses avec les intégrales sans les ramener à des calculs de primitives.

③ — Une définition des fonctions Log et Exp. à partir de Suites : par une considération "naturelle" Log est définie à partir de $\lim_{n \rightarrow +\infty} n(\sqrt[n]{x} - 1)$, et les propriétés de

Log sont démontrées élémentairement (niveau Terminale C) à partir de cette définition. Puis Exp. est obtenue comme fonction réciproque.

• Dans le journal de liaison de l'I.R.E.M. de Bordeaux de juin 1979 :

④ — A propos des dérivées d'une fonction en un point : lien entre la notion de dérivée n^{me} de f en x_0 et la notion de meilleure approximation locale en x_0 de f par un polynôme de degré n .

• Autres documents

⑤ — Une présentation de l'intégrale de Riemann à l'aide de suites (1978) : en cherchant à "calculer" l'aire de la surface associée à une courbe $y=f(x)$ on est amené à définir l'intégrale de Riemann au moyen de 2 suites intrinsèquement liées à une fonction f bornée sur $[a,b]$, et on démontre les propriétés classiques de l'intégrale à partir de cette définition.

⑥ — Quelques exercices d'analyse pour le second cycle (1978) : propositions de thèmes d'activité (de la Seconde à la Terminale) visant à familiariser l'élève avec les techniques clefs du raisonnement en analyse : majorations, minorations, encadrements, recherche de valeurs approchées, évaluation d'erreurs, amélioration d'une approximation, d'une rapidité de convergence...

⑦ — Quelques TD numériques (1979) : approximations de fonctions usuelles (sin, cos, Log, exp,...) avec usage de calculatrices.

⑧ — Une série de fiches d'analyse pour la classe de Première (1978) : par une succession de TD où les élèves sont amenés à manipuler des suites et des fonctions on essaie de faire apparaître les questions clefs du programme d'analyse. La priorité est donnée aux préoccupations d'ordre quantitatif ou global, le souci du qualitatif et du local vient après (les inégalités de type lipschitz jouant un rôle primordial).

⑨ — Compte rendu du séminaire d'analyse — Guadeloupe — mars 1977

Approximation de $\sqrt{2}$ par la résolution de l'équation $x^2 - 2 = 0$

Approximation de la somme de la série $\sum \frac{1}{n^2}$ par encadrements des restes.

Thèmes d'activités reposant sur des majorations ou minorations d'intégrales

Introduction à la notion de limite de suite en Seconde.

* * *

Dijon

• Dans le document Pour une approche heuristique de l'enseignement de l'analyse (avec usage de calculatrices) (1978) (D. Reisz et C. Wasserer) :

① Approche heuristique des nombres réels : à partir des développements décimaux ; à partir d'une "pseudo-convergence" dans $\mathbb{Q}$ (suites de Cauchy), d'où la notion de coupure.

② Approche heuristique de la notion de convergence de suites réelles : par l'étude expérimentale de plusieurs suites il s'agit d'amener les élèves à prendre conscience du phénomène de convergence.

③ Fonctions : à propos de fonctions explicites, ne pas se contenter d'une étude qualitative, mais montrer l'intérêt de l'aspect quantitatif, la compréhension concrète des concepts qu'il permet.

④ Résolution approchée d'équations : intérêt des méthodes approchées quand on ne connaît pas de formules universelles, approfondissements théoriques que ces méthodes appellent...

⑤ Calcul intégral (même objectif que dans le point 4).

• Autres publications

⑥ *Bulletin spécial "exercices"* (mars 1978) : propositions de thèmes d'exercices d'analyse ou de géométrie, tirés souvent de domaines extra-mathématiques, échelonnés de la 6^e à la Terminale.

⑦ *Bulletin spécial "activités numériques"* (avril 1979)

- Histoire du calcul numérique
- Leibniz et la numération binaire
- La division à l'école élémentaire...et après
- Calcul numérique : exemples introduisant les notions de fraction et de rationnel (4^e)
- Jeux de nombres dans le 1^{er} cycle : exemples de situations, autour de nombres, où il est assez difficile de "théoriser", pour lesquelles le professeur n'a pas un discours tout prêt.
- Les détours du jeu de Tzyanshidzi :
- Grand prix de formule 1 : exemples d'études expérimentales de rapidité de convergence de suites (Terminale)
- Calculs et moyennes : quelques exemples concrets où interviennent les notions de moyennes arithmétiques, géométriques, harmoniques ou quadratiques.
- Valeurs approchées : intérêt des moyennes arithmétiques, géométriques ou harmoniques pour obtenir des valeurs approchées de nombres dont on connaît un encadrement, en liaison avec le critère d'optimisation choisi.
- Calculs numériques et racines carrées : une méthode d'approximation de la fonction $x \mapsto \sqrt{x}$ par une suite de fonctions rationnelles, avec connaissance à chaque étape de l'approximation, et programmation de cette méthode sur un calculateur.
- A propos des dénombrements : nombres de Stirling et nombres de Bell.

⑧ *Pages et calculs choisis de Blaise Pascal* (1978)

* *
*

Grenoble

• Dans le document *Activités préparatoires à l'analyse* (1978) :

① Valeur absolue — Distance sur $\mathbf{R}$ — Intervalles : comprendre ces notions dans leurs divers aspects au moyen d'activités sur fiches (niveau 4^e).

② A propos de l'approximation (en seconde) de $\frac{1}{x}$ au voisinage de 1, de $\sqrt{1-x^2}$ au voisinage de $\frac{1}{2}$

③ Une étude expérimentale de suites et séries géométriques de raison $q \in]-1, 1[$.

• Autres publications

④ *Quelques réflexions sur l'analyse enseignée en Première et Terminales C et D* (1976) : mise en évidence des difficultés pédagogiques que soulèvent six thèmes précis, propositions de remèdes : la composition des applications, les notations sur les fonctions, les définitions de continuité et dérivabilité, continuité et dérivabilité sur un intervalle, limites d'applications dérivées, fonctions croissantes.

⑤ *Les notions spontanées de limite en conflit avec la notion mathématique* (1980) : au moyen de tests et interviews, le groupe I.R.E.M. a cherché à déceler comment les notions de "tendre vers" et de "limite" sont assimilées par les élèves, comment les connaissances spontanées des élèves et le concept mathématique se juxtaposent, se complètent ou se contrarient.

* *
*

Lille

① *Approche des réels en classe de 4^e* (P. Jeannin et J.P. Muselet — 1974) : Série de fiches rédigées pour les élèves de 4^e.

② *Sur les nombres réels et la géométrie* (R. Bkouche 1977) : A propos du rapport géométrique - numérique : il n'y a pas de priorité de l'un ou de l'autre, les deux domaines sont liés et chacun d'eux permet d'éclairer l'autre.

③ *Logarithmes et exponentielles* (D. Poisson 1977 — Formation des adultes) : construction des fonctions logarithmes et exponentielles par la recherche de solutions mathématiques à des problèmes d'origine concrète.

④ *Pente — Hauteur — Surface* (D. Poisson - 1978 - Formation des adultes) : introduction à la dérivation et à l'intégration.

⑤ *A propos de la notion de limite* (P. Tison — Bulletin n° 3 de l'I.R.E.M. de Lille — Novembre 1976) : Remarques d'ordre général sur l'introduction de l'analyse dans l'enseignement, du cours moyen aux Terminales.

⑥ *A la poursuite des réels* (A. Michel et P. Tison 1980) : Quelques exercices destinés à faire appréhender la notion de nombre réel avec usage de petites calculatrices.

— Calcul de racines carrées (4^e et 3^e) : existence de $\sqrt{2}$, encadrements de $\sqrt{2}$ par des procédés algébriques ou géométriques.

— Calcul approché de π (de la 3^e à la Terminale) : deux méthodes basées sur des encadrements de l'aire du quart de disque ou du disque : méthode des rectangles et méthode des aires des polygones inscrits ou circonscrits

— Calcul approché de la racine k^{me} (Première et Terminale)

— Autres méthodes de calcul approché de π : méthode des isopérimètres (suite de Nicolas de Cusa) ; méthode du périmètre des polygones inscrits ou circonscrits : formule de Viète.

⑦ *Esprit de corps et esprit de suite* (1981) (A. Michel et P. Tison) (Niveau : approfondissement théorique pour les enseignants). Etude des relations entre la propriété d'Archimède et les diverses propriétés de complétion.

* *
*

Limoges

- ① *Les nombres réels* (J. Dupuis - 1973) (Approfondissement théorique pour les enseignants). Construction de $\mathbb{R}$: 1) à partir des décimaux, 2) à partir des suites de Cauchy, 3) à partir des sections commençantes.
- ② *Introduction à l'analyse en Seconde à l'aide de mini-calculatrices* (M. Clément - 1979) : Série de fiches à utiliser avec une petite calculatrice programmable, visant à mettre l'élève en présence de représentations graphiques nombreuses et variées et à susciter autour d'elles des problèmes d'interpolation linéaire, de calcul approché de racines d'équations, de recherche d'extremum.
- ③ Approximation des racines d'une équation $f(x) = 0$ (J. Ezquerro - 1978) : Etude de problèmes théoriques, et traitement sur calculatrices.
- ④ *Continuité - Limites - Dérivation - Etude de fonctions en Première B* (1979) : Série de fiches de T.P. destinées à des élèves de Première B, les objectifs étant : ne pas ramener l'étude des limites à l'application de recettes, rendre concrète la notion de continuité, introduire le nombre dérivé à partir d'exemples physiques et économiques, utiliser la fonction dérivée et l'étude de fonctions dans des problèmes de physique et d'économie.
- ⑤ *Analyse I* (MM. Blanchet et Roumilhac - 1979) : Exposé des définitions fondamentales et théorèmes classiques, suivi d'exercices d'application, pour les notions suivantes : domaine d'existence d'une fonction, limites, continuité, sens de variation, dérivées, fonction affine tangente.

* *
*

Lyon

- ① *Premiers balbutiements* (1976) :
 - L'enseignement de l'analyse en question
 - Enquête sur la connaissance des nombres réels chez les élèves de la 3^e à la Terminale (toutes sections)
 - Des décimaux aux réels (réflexion générale)
 - Etude de fonctions en Seconde : construction graphique précise de paraboles d'où valeurs approchées de racines carrées, construction graphique précise de la courbe d'équation $y = \frac{1}{x}$
 - Fonctions circulaires : proposition pour réintroduire les fonctions circulaires par une "description" du cercle trigonométrique, intérêt pédagogique de cette méthode dans le déroulement du cours d'analyse
 - Aires : proposition de retour à l'ancienne présentation de l'intégrale par les aires, en particulier pour construire la fonction Log.
- ② *Pliages et calculs* (avril 1979) : Comment construire sur le segment $[0,1]$, matérialisé par une bande de papier, n'importe quel point d'abscisse donnée (entre 0 et 1) avec l'approximation désirée, uniquement par une succession de pliages en deux. Exposé des fondements théoriques de cette recherche et de ses prolongements.
- ③ *Intégration* (janvier 1979) : Proposition pour un enseignement de l'intégration en Terminale basé sur l'étude de "problèmes d'intégration" et non sur une définition préalable. Ces problèmes sont entre autres : aire plane délimitée par $y=f(x)$, centre de gravité, volume de révolution, moment d'inertie, travail d'une force, quantité d'électricité, distance parcourue par un mobile.

Dans *Sans tambour ni trompette* (juin 1978) : Concernant l'analyse on trouve les articles ④ et ⑤ :

- ④ — Autour de π : historique de diverses méthodes d'approximation de π (Egyptiens, Babyloniens, Archimède, Hippocrate de Chio, Métins, Huyghens, Viète, Wallis et les modernes).
- ⑤ — Deux T.P. de maths. en Terminale avec calculatrices : construction de quelques courbes point par point, approximation de la constante d'Euler par usage des "paquets de Cauchy".
- ⑥ *Vers la dérivée en Première A* (R. Gauthier - 1977) : On cherche à rendre sensible à des élèves de Première A la notion de dérivée au travers d'activités multiples tirées le plus souvent de problèmes concrets.
- ⑦ *Premiers pas* (1977) :
 - Les fractions en 6^e et 5^e : présentation d'une expérience destinée à apprendre aux élèves de 6^e et 5^e la manipulation des fractions (et non la définition du corps des rationnels).
 - A propos de l'enseignement de la récurrence en Terminale.
 - A propos de quelques axiomes des réels (segments emboîtés, borne supérieure, Archimède)
 - Calculs numériques avec ou sans machine dans le second degré : suites récurrentes de rationnels convergeant vers $\sqrt{a}$ avec maîtrise de l'approximation (processus de Héron), convergence vers π (formules de Wallis, de Viète, méthode des polygones réguliers inscrits ou circonscrits à un cercle de rayon 1) avec usage de machines programmables.
 - A propos de la monotonie : réflexion sur les rapports de la monotonie avec l'intégrabilité, la dérivabilité, la continuité.
 - Fonctions dérivées et théorème des valeurs intermédiaires
 - Le formalisme des dérivées et des différentielles.

* *
*

Marseille

- ① *Suites* (1980) (in "Analyse I") : Proposition d'activités autour de la notion de suite réelle (classes de Seconde et Première) destinées à familiariser les élèves avec la notion de suite infinie, de convergence, de rapidité de convergence, à leur faire percevoir l'efficacité de cet outil (approximation des réels par des suites de décimaux, solutions approchées d'équations, étude des restes de séries convergentes ou des sommes partielles de séries divergentes, approximation de fonctions et de nombres attachés à des fonctions).
- ② *Calcul de valeurs approchées de π et calcul des fonctions trigonométriques* (1981) :
 - Méthode des polygones inscrits et exinscrits : méthode d'Archimède et méthode utilisant l'encadrement de Snellius
$$\frac{3 \sin x}{2 + \cos x} \leq x \leq \frac{2 \sin x + \operatorname{tg} x}{3}$$
- Méthode des développements en séries : méthodes de James Gregory (par développement de $\operatorname{Arctg} x$ en série entière), méthode d'Euler.
- ③ *Calcul des fonctions Exp. et Log.*

④. *Intégration* (1980) (in "Analyse I")

1) Réflexion sur le rôle de la formule d'intégration par parties dans de nombreux problèmes d'approximation de fonctions (avec évaluation de la performance du procédé d'approximation)

2) Quelques méthodes de calcul de valeurs approchées d'intégrales : exposé des méthodes (rectangles, trapèzes, tangentes, Simpson), contrôle des erreurs.

⑤. *Eléments de bibliographie sur le calcul infinitésimal et l'analyse* (1979) : par J.L. Ovaert, in "Bulletin Inter-IREM n° 18 — Histoire de Mathématiques et Epistémologie"

⑥. *Histoire du calcul numérique* (1979) (J.L. Ovaert in Encyclopedia Universalis) : Il s'agit de mettre en lumière comment dans l'histoire des mathématiques il y a interaction constante entre les problèmes numériques et l'approfondissement des concepts fondamentaux de l'analyse.

⑦. *Objectifs et méthodes de travail pour l'enseignement de l'analyse dans le secondaire* (1980) (in "Analyse I") : Le groupe analyse de l'IREM de Marseille :

1) fait une étude de l'état actuel de l'enseignement de l'analyse

2) présente ses objectifs et méthodes de travail

3) dresse une liste précise des problèmes de l'analyse qui doivent être abordés au cours de la scolarité

4) analyse le rôle didactique que peuvent avoir les calculatrices de poche : contribution à l'apprentissage du calcul, contribution aux activités liées à l'analyse.

⑧. *Résolution de l'équation $f(x) = x$ par approximations successives* (1980) (in "Analyse I") (Approfondissement théorique des enseignants). Etude de l'existence et de l'unicité d'une solution. Obtention de "la" solution par approximations successives. Etude de la stabilité. Etude de la rapidité de convergence. Accélération de la convergence. Comment ramener la résolution de $h(x) = 0$ au problème précédent. Quelques exemples numériques. Un document présentant des activités pour les élèves et mettant en valeur les aspects algorithmiques est en préparation.

* *

Montpellier

①. *Document n° 1 : Continuité* (1978) : Quelques remarques sur la continuité d'une fonction de $\mathbf{R}$ vers $\mathbf{R}$ en liaison avec l'interpolation linéaire ou la limite de suites.

②. *Document n° 2 : Intégration* (1978) : Présenter l'intégrale (en Terminale) sans faire appel à la notion de dérivée, mais en insistant sur sa définition en qualité de limite et en partant de problèmes concrets (énergie potentielle d'un ressort, volume d'une pyramide).

* *

Nancy

①. *Autour d'un prêt bancaire* (J.P. Deschaseaux - 1978) : Une expérience pédagogique en 2 AB où l'on tente de faire passer les mathématiques à travers du concret (plutôt qu'illustrer les mathématiques par une application) donc partir de la vie courante (plutôt qu'y arriver).

* *

Nantes

①. *Quelques difficultés pédagogiques dans l'enseignement de l'analyse dans le second cycle* : (M.M. Fouques et Seyroux). Analyse critique d'énoncés de problèmes d'analyse tirés des annales du Bac. (toutes séries). Réflexions et propositions concernant la présentation de quelques uns des concepts fondamentaux ou théorèmes clefs relatifs à l'ensemble des nombres réels, aux fonctions de $\mathbf{R}$ dans $\mathbf{R}$, aux limites et à la continuité, aux équations.

②. *Etudes épistémologique et historique des idées de nombre, mesure et de continu* (Nanta - Iremica 3)

* *

Poitiers

①. *Sur l'enseignement de l'analyse n° 1 - Fonctions* (1976) : Réflexions sur la notion de fonction et la façon de l'enseigner. Tests (niveau Seconde) et commentaires sur les réponses. Indications pour une leçon sur les fonctions en Seconde : comprendre le concept à partir de la construction explicite de nombreuses fonctions, par l'usage de dessins et diverses manipulations concrètes. Compte rendu d'une séance de T.D. Note historique.

②. *Sur l'enseignement de l'analyse n° 2 - Valeur absolue* (1976) : Au niveau Seconde, que savoir sur ce thème ? Cause des difficultés. Remèdes. Deux présentations de la valeur absolue sont proposées : par restriction à l'axe (Ox) de la distance dans le plan, ou par construction d'une distance sur la droite réelle. Exercices - Fonction valeur absolue, avec exercices - Propriétés de la valeur absolue, avec exercices - Equations et inéquations - Vers la continuité.

③. *Sur l'enseignement de l'analyse n° 3 - Notion de limite, suites réelles* (1978) : (Pour toutes sections à partir de la Seconde).

— Réflexions sur la notion de limite. Objectifs. Options

— Bibliographie sur le nombre π

— Introduction à la notion de limite par quatre T.D. dont un autour de π (recherche d'une valeur approchée de π par encadrement de la circonférence au moyen de polygones réguliers), et un autre autour de $\sqrt{2}$ (encadrement de $\sqrt{2}$ par deux suites de décimaux, ou par résolution approchée avec graphiques de $x = 1 + \frac{1}{1+x}$, ou de $x = \frac{1}{2}(x + \frac{2}{x})$)

— Formalisations, définitions.

④. *Dérivabilité* (1977) (Première et Terminale) : Dégager l'idée de nombre dérivé à partir de situations concrètes (vitesse d'un mobile, tangente en un point à une courbe). Puis le concept étant formalisé, exercices divers d'application pour en saisir toute la portée. Il s'agit de fiches de travail avec compte rendu des réactions observables d'élèves.

⑤. *Intégration et continuité* (document pour les professeurs) : Fonctions intégrables, fonctions non intégrables.

* *

Rennes

• Dans le document *Activités en analyse : majorer, minorer, encadrer* - ou "comment faire de l'analyse sans limite ni continuité" (M. Viillard - 1978) :

Proposition de thèmes d'exercices visant à préparer l'enseignement des concepts fondamentaux, à faire manipuler d'abord des propriétés globales ou quantitatives qui, une fois maîtrisées, permettront d'introduire les problèmes du local et du qualitatif. Ces exercices font établir des encadrements, majorations, minoration de fonctions sur des intervalles donnés, par des nombres ou par d'autres fonctions. Recherche de valeurs approchées. Tout cela sans recours à des notions de limite, continuité

ou dérivabilité. Ces exercices sont répartis en trois niveaux qu'on peut faire correspondre aux classes de Seconde, Première et Terminale.

- ① — Niveau I : encadrements de sommes, différences, produits, quotients.
- ② — Niveau II : majorations, minoration de fonctions sur des intervalles (une variable en général, mais aussi deux variables dans quelques exemples), calculs d'erreurs.
- ③ — Niveau III : approximations de la limite d'une suite convergente, recherche de maxima et minima de fonctions, encadrements d'intégrales.

3 - QUELQUES PUBLICATIONS CENTREES SUR L'USAGE DES CALCULATRICES

De nombreux groupes I.R.E.M. ont publié des documents relatifs à l'utilisation des calculatrices dans les collèges et lycées. Par les thèmes abordés et les méthodes proposées ils nous paraissent d'un grand intérêt pour tous ceux qui recherchent une refonte de l'enseignement de l'analyse. Voici quelques unes de ces publications où figurent des activités en analyse.

Bordeaux

- ①. *Mathématiques et calculatrice de poche* (G. Noël et J. Bastier - Ed. Technique et Vulgarisation 1979).
A travers un grand nombre d'exercices (dont beaucoup d'analyse) il est proposé une découverte concrète de l'utilisation mathématique qu'on peut faire d'une calculatrice de poche.

Grenoble

- ②. *Matchinettes 1 et matchinettes 2* (1978)
Divers exemples d'utilisation d'une calculatrice à tous les niveaux (même dans le primaire), possibilités et insuffisances de la machine.

I.N.R.D.P.

- ③. *Emploi de calculateurs programmables dans le second degré* (1972)
Bilan d'une expérimentation menée par les I.R.E.M. et l'I.N.R.D.P.

Lille

- ④. *TI.57* (in *Mathémactive* n° 1 - Novembre 1980)
- ⑤. *Des programmes pour la TI.57* (1981)

Limoges

- ⑥. *Compte rendu du groupe mini-calculateurs* (1978) :
Expériences d'initiation à l'informatique dans le second cycle ou même dans le premier, retombées dans l'activité mathématique (problèmes de dénombrement, tracés de courbes, éléments liés à une courbe : tangentes, asymptotes...)

Lyon

- ⑦. *Compte rendu des journées de Carry-le-Rouet* (1976)
On y verra notamment comment l'usage des calculatrices permet une introduction concrète à l'analyse, comment il peut mener vers une étude formelle de certaines propriétés, vers la prise de conscience de certains phénomènes, comment il permet de bâtir des activités significatives en analyse (exemple : approximation d'irrationnels, étude locale de fonctions, construction de tables de logarithmes...)

Marseille

- ⑧. *Rôle des algorithmes dans l'enseignement de l'analyse* (à paraître en 1981).

Nancy

- ⑨. *A propos des calculettes* (1977)
Quelques thèmes d'activités pour s'initier à l'usage des petites calculatrices
- ⑩. *Journées calculatrices - Epinal - Mai 1978*.
Propositions d'activités de toutes sortes, simples ou élaborées, pour apprendre à manipuler les calculatrices.

Paris-Sud

- ⑪. *Mathémachines*.