

# Introduction à l'Ingénierie Didactique

Guy Brousseau

## *La formation des instituteurs en 1950,*

---

J'ai connu la formation des instituteurs (dits « élèves-maîtres ») dans les années cinquante. Dans le prolongement d'un baccalauréat (supposé de Sciences expérimentales), elle comprenait une partie académique, une instruction professionnelle dirigée par des « maîtres d'application » et une partie plus générale, dédiée à faciliter leur insertion dans un milieu déterminé.

**La formation professionnelle** formait la partie principale. Elle était composée de démonstrations (leçons « modèles » observées et commentées en commun), d'exercices individuels publics (leçons d'essai « exécutées par les étudiants, dont les « fautes » pouvaient être analysées), et de stages d'un mois dans une classe où le « stagiaire » observait le travail d'un enseignant chevronné sous le contrôle duquel il essayait progressivement de le remplacer dans toutes ses responsabilités.

Les élèves-maîtres attentifs renaient de ces deux formations un compendium de principes, de ressources et de tours de main sur l'organisation d'une leçon, sur la façon de la préparer, de la conduire et de la conclure, et sur les mesures pratiques propres à prévenir et à corriger les accidents de tous genres. Cette méthode à peu près standard avait les vertus d'un protocole : Les préparations, le journal de classe et les cahiers corrigés montraient si le professeur avait effectivement « enseigné » le programme prévu à ses élèves, et ainsi, rempli son *devoir de moyens*. D'ailleurs ce protocole assurait, presque sans coup férir, un taux de réussite suffisant pour démontrer à tous que tous les élèves avaient eu l'occasion d'apprendre ce qui était convenu et que seuls leurs talents personnels faisaient la différence : le professeur et à travers lui la République avait rempli son *obligation de moyens* à l'instruction publique. Ce protocole assurait ainsi la protection de l'enseignant.

L'**instruction théorique** était une initiation aux principales questions philosophiques, sociologiques, politiques, éthiques, psychologiques..., autour de l'instruction et de l'éducation. Elle tendait à se réduire à un inventaire historique des idées et des mouvements pédagogiques et au conseil de lire attentivement la législation relative à l'instruction nationale. Les connaissances à enseigner étaient présentées, généralement, à l'origine par des savants réputés, dans leur forme didactique la plus classique.

**La gestion de l'école** (1, 2, 5 ou 10 classes) dans son environnement (aspects administratifs, sociologiques, culturels etc.) était le sujet d'une incroyable accumulation de formations ou d'initiations théoriques et participatives à toutes sortes d'activités sportives et/ou artistiques, périscolaires et postscolaires, administratives (secrétariat de mairie ou de coopérative) ou d'informations sur le milieu (cours d'agriculture) qui représentaient l'ensemble des fonctions que l'instituteur était susceptible de se voir proposer par des mairies de campagne.

## *Les origines de l'ingénierie*

---

L'in vraisemblable compendium évoqué ci-dessus visait à rassembler tout ce qui paraissait utile à un représentant de la République<sup>1</sup> - et de la Culture -, dans un milieu précis - rural en l'occurrence – pour accomplir la mission culturelle et éducative au nom de la nation elle-même. L'enseignement réalisait ainsi les conditions politiques et administratives du projet humaniste et socioculturel des Encyclopédistes.

### **La méthodologie, sous entendu... de l'enseignement**

Dans le domaine de la pédagogie, la méthodologie (de l'enseignement) est l'étude – l'inventaire et la description - des « méthodes », c'est-à-dire des catégories de moyens, observés ou projetés, d'obtenir l'apprentissage d'un savoir déterminé.

Contrairement aux théories pédagogiques, la méthodologie se diversifie suivant l'objet de l'enseignement. Dans le vocabulaire de la théorie anthropologique elle prend en charge la praxis - les tâches et les techniques - de l'enseignement. Dans celui de la théorie des situations elle prend en charge la conception, la réalisation et l'observation de situations d'enseignement. Cependant elle ne prétend pas prendre en charge et remettre en question les diverses sources empiriques, scientifiques, ou philosophiques de ces méthodes, sauf peut-être des statistiques brutes sans grande valeur.

La frilosité de la méthodologie s'explique en partie et se justifie historiquement par l'importance et la complexité des enjeux sociaux, politiques et économiques de l'éducation. L'étude des conditions d'apprendre est sous le contrôle de sciences hors d'atteinte, et celle de leur mise en œuvre sous celle de pouvoirs incoercibles.

Par exemple, réorganiser les mathématiques pour en faciliter à la fois l'accès et l'efficacité n'est pas à la portée des méthodologues (L'histoire a montré que pour l'instant, réorganiser la méthodologie n'était pas non plus à la portée des mathématiciens). Démonteur les malentendus des idéologies fondamentales telles que la maïeutique socratique, le constructivisme ou le behaviourisme, ne l'est pas non plus.

Or ces impossibilités proviennent d'un cloisonnement nécessaire mais inadéquat des domaines scientifiques, qui s'accordent sur une image convenue mais fictive de l'enseignement pour des raisons de commodité et de partage des moyens.

### **L'épistémologie expérimentale des mathématiques**

L'épistémologie et l'histoire des mathématiques donnent pourtant une image très différente de la façon dont les connaissances mathématiques se créent et s'utilisent dans le milieu des

---

<sup>1</sup> Nous espérons pouvoir redevenir des *instituteurs* au service d'une République, et échapper au statut de *serviteurs* d'un Etat dont on venait de voir ce qu'il pouvait devenir aux mains d'une tyrannie. Hélas, le terme « Etat » a été maintenu et même popularisé par ceux-là mêmes qui avaient dû le combattre, prêt à resservir et à justifier tous les aventuriers, tous les factieux et tous les esclavagistes professionnels, ennemis de la République.

mathématiciens avant de se cristalliser dans une forme propice à leur diffusion et à leur enseignement. Par son objet l'épistémologie semble exclure tout volet expérimental. Pourtant « comprendre » la création d'un concept doit bien se référer au moins implicitement à une façon de le concevoir pour quelqu'un qui ne l'a pas « inventé » lui-même.

Un moment, en 1975, il a été question de faire de l'*épistémologie expérimentale* le domaine de référence de nos recherches sur les conditions de l'enseignement et de l'apprentissage des mathématiques. J'ai personnellement soutenu cette idée, mais j'ai refusé de l'adopter pour couvrir l'ensemble de nos recherches. En effet, cette étiquette admettait bien de considérer l'apprentissage comme une « redécouverte » mais le rôle de l'enseignement dans cette redécouverte était a priori non seulement subordonné aux modèles épistémologiques mais même suspecté a priori d'en dénaturer le fondement. L'épistémologie restait donc condamnée à fournir des renseignements sporadiques et périphériques. La partie des « sciences mathématiques » visée par la filière scientifique créée en 1975 s'est appelée « didactique des mathématiques »

### **Méthodologues ou Didacticiens quelle différence ?**

En 1970, assistant au département de mathématiques et à l'IREM de Bordeaux j'ai été invité par l'Université du Québec à Montréal (l'UQAM). Cette Université était issue d'une transformation –en cours- de l'Ecole Sainte Marie qui formait précédemment les professeurs de l'enseignement primaire et secondaire francophones de l'enseignement catholique. Beaucoup de professeurs de cette Ecole n'avaient pas – et pour cause – les grades universitaires qui pouvaient justifier qu'on leur donne le statut de professeur d'Université. Mais c'étaient eux qui devaient continuer à assurer cette formation, et pour une partie d'entre eux qui en avaient le courage pour, en même temps, passer quelques diplômes universitaires « complémentaires ». Pour se lancer parmi les Universités plus anciennes (McGill University, Université de Montréal, etc.) l'UQAM devait recruter des « vrais » mathématiciens, parmi lesquels fort peu étaient volontaires pour abandonner la profession qu'ils avaient choisie pour tenter l'aventure périlleuse pour leur carrière de la formation des professeurs.

Il y avait donc d'une part du personnel universitaire, identifié par les grades universitaires traditionnels, et les autres qui faisaient les cours, écrivaient des manuels, imaginaient du matériel éducatif pour les élèves et pour les maîtres sur des supports divers (film, radio, informatique naissante,...), présentaient les principales théories pédagogiques et leurs bases psychologiques, sociologiques, organisaient observations de leçons, des stages pour les professeurs, des contacts avec les professeurs en service etc. Ceux qui n'avaient pas l'envie ou l'espoir de devenir médiocres mathématiciens et de perdre leur spécificité précieuse et dont à juste titre ils se sentaient fiers, ont proposé d'être assimilés aux ingénieurs qui dans les Universités dédiés aux « Sciences Physiques et Naturelles construisent les appareils originaux nécessaires pour les recherche avancées. Et tout naturellement, ils se présentaient par conséquent comme « ingénieurs didacticiens ».

Ce statut n'a pas été officialisé et à disparu au fur et à mesure que des départs à la retraite. C'est fort dommage. L'assimilation aux grades universitaires s'est faite dans la confusion la plus totale pour des raisons que vous pouvez deviner. La formation des professeurs à tous les niveaux est considérée comme une aimable tâche d'amateur, à peine technique, et

toujours non universitaire tant qu'elle n'aura pas la couverture culturelle comparable à celle du « droit » ou de la « Médecine ».

Ainsi je n'ai ni « inventé » ni même inauguré l'usage du terme « *ingénierie didactique* » mais je crois avoir contribué à lui donner un sens différent. Le terme méthodologie se référait à une sorte de rationalité immanente, à une logique pratique universelle (comme aujourd'hui le « management »), mais n'appelait ni ne créait aucun objet de recherche scientifique nouveau. Ma contribution a été de dessiner, projeter et commencé à créer une science propre, qui se ferait la garante des concepts théoriques originaux nécessaires à l'ingénierie et de les soumettre aux exigences d'une science mure enrichie de ses rapports scientifiques d'égal à égal avec les autres approches de l'enseignement. Jusqu'en 1980. Je définirai aujourd'hui l'ingénierie didactique

### **Ingénierie didactique.**

*"L'ingénierie didactique s'occupe de créer des modèles consistants et pertinents et de réaliser des dispositifs d'enseignement d'une connaissance précise, destinés à décrire ou à prévoir, et à expliquer les événements observables d'un épisode d'enseignement déterminé (situations ou curriculum) observé ou envisagé :*

- *observé, afin de recueillir les informations qui permettront d'en rendre compte, d'expliquer a posteriori son déroulement et ses résultats, et de permettre sa reproduction*
- *envisagé, afin de déterminer les conditions reproductibles (réalisables et communicables) de son déroulement et de ses résultats observables.*

*L'étude de la consistance et de la pertinence de ces modèles renvoie à un examen critique de tous les concepts relatifs à l'enseignement, à l'apprentissage et à la constitution même de la matière enseignée.*

### **Sur la nécessité de l'ingénierie didactique**

L'ingénierie didactique était un domaine nécessaire et « concret » entre une activité mal investie, l'enseignement des mathématiques et une science absente : la Didactique. Celle-ci devait, d'une part les redéfinir tous les deux et d'autre part trouver sa contingence dans leur confrontation et leur adéquation réciproque. « Ne pas se contenter de l'évidence », « reproduire systématiquement », « analyser pour économiser des expériences » « n'accepter les concepts exogènes que sous réserve de leur mise à l'épreuve dans l'ingénierie didactique », tels ont été les principes moteurs

La société savante se pique parfois d'idées progressistes, mais la santé ou les biens des individus sont des sujets qui lui paraissent autrement respectables et lucratifs que l'acculturation des jeunes à une culture commune. De sortes que les institutions relatives à ces domaines sont pérennes depuis l'antiquité. Chaque domaine du savoir est apparu dans des circonstances historiques particulières. Il a défini son « territoire » par un processus épistémologique et social spécifique « contre » ou dans le prolongement de ceux qui l'avaient précédé. Or, il apparaît aujourd'hui que l'éducation reste de facto complètement à l'écart de ce processus culturel, écartelé pour des raisons très diverses entre toutes les disciplines.

Peut être est-ce parce qu'elle est un enjeu si essentiel pour toutes les activités des sociétés humaines qu'aucune d'elle ne peut supporter de se voir contester le droit d'intervenir

librement dans ce domaine. L'éducation doit rester un territoire « ouvert » à toutes les opportunités, le lieu de liberté pour tous les fantasmes qui s'affrontent à coup d'idéologies passagères...

L'enseignement n'est le sujet d'aucune science propre, son objet est écartelé entre les intérêts égoïstes de presque toutes les composantes de la société, et sa connaissance scientifique est dépecée à priori au nom d'une fiction superficielle et grossièrement fautive mais partagée entre les mandarins de toutes sortes : l'enseignement est un champ d'étude et d'application pour toutes les sciences « établies ». Il ne peut pas être l'objet d'une science propre !

La cause et le but principal de cette idéologie commune est de protéger l'accès de ces communautés, scientifiques ou non, aux financements de l'éducation.

Je me suis toujours retenu de défendre trop publiquement cette déclaration car elle ne peut avoir pour l'instant que des effets négatifs et ajouter inutilement des obstacles. Mais elle est une certitude nécessaire pour un chercheur en Didactique.

Oui ! Toutes les Sciences sont potentiellement nécessaires à un moment ou à un autre dans les recherches sur l'enseignement mais aucune ne peut porter la responsabilité de la consistance et de la pertinence de l'ensemble de ces apports qui de ce fait restent périphériques. Il faut partir du cœur de l'affaire : ce qui se noue autour de chaque connaissance.

C'est toujours ma conviction et c'est elle qui m'a fait placer l'ingénierie didactique au centre et à l'origine d'une Science potentiellement et réellement capable de réfuter (ou de « falsifier ») toutes les inférences et les improvisations idéologiques exogènes.

Ce projet a échoué pour l'instant. Et toutes les protections dressées pour assurer une acculturation concertée des enfants à une société honorable et démocratique, sont systématiquement contournées puis détruites, pour des intérêts et des raisons dérisoires et mêmes souvent sordides<sup>2</sup>.

C'est ainsi que les débris des écoles normales d'une région, fleurons de l'éducation depuis leur fondation en l'an 3 de la première république, ont été ballotés d'une Université à une autre au gré de restructurations administratives erratiques ou malveillantes. Leurs moyens ont été cannibalisés, digérés, leurs formateurs et leurs groupes de recherches dispersés ...

C'est ainsi qu'un gouvernement de la République a pu supprimer carrément la formation professionnelle des professeurs sans soulever de protestations. Ainsi se révèle que l'institution « Education » est chargée de récupérer dans les universités tous les candidats à

---

<sup>2</sup> Aujourd'hui une mère d'élève peut venir, accompagnée de son orthophoniste privée, rémunérée par la sécurité sociale, donner au professeur chevronné de ses enfants des leçons de pédagogie, de psychologie, de didactique et de mathématiques bon marché, telles qu'elles sont véhiculées par les médias. Et le professeur doit accueillir modestement ces protestations comme un commerçant qui aurait vendu une marchandise frelatée. Mais la liste des violations de l'enfance par une société aussi excessive dans sa pédophilie que dans sa pédophilie est infinie.

des carrières qui n'ont rien à voir avec le métier d'enseignant. Ce métier, beaucoup se résignent à accepter, déjà conscients qu'ils ne seront ni reconnus ni respectés...

Cet univers absurde, pseudo pédagogique et pseudo scientifique s'appuie sur des médias prétentieux et arrogants, manipulateurs d'opinions communes au bénéfice d'intérêts divers dont ceux que j'évoquais plus haut, la science didactique doit aider à l'affronter. Une société n'existe que si elle a la capacité à se ré-enfanter constamment à travers l'acculturation de tous ses nouveaux membres. Il est important de ne pas sous estimer la tâche. Chercher des coupables ou des responsables et les punir ne suffira pas à créer les alternatives solides et efficaces dont nous avons besoin...

### Le DEA de Didactique des mathématiques 1975

Mais retournons à notre survol de l'histoire de *l'ingénierie didactique*.

Mon ambition dès cette époque a été de faire de l'ingénierie didactique non pas une couverture socioprofessionnelle, mais une activité scientifique appuyée sur un corps cohérent et « propre » de connaissances scientifiques, Quel que soit le nom qu'on lui donnerait. L'enseignement est une « réalité » on dit un « champ scientifique » pour des études de toutes discipline : l'économie, la psychologie, la médecine, la sociologie, les « mathématiques appliquées », l'histoire et que sais-je encore, mais aucune de ces science ne peut prendre l'enseignement d'un théorème ou d'un axiome déterminé (Zermelo-Zorn-axiome du choix par exemple) comme objet d'étude scientifique).

Parce qu'elles ne peuvent pas « bricoler les mathématiques en mathématiciens elles sont condamnées à chercher les secrets de l'enseignement et de l'apprentissage dans des modèles ou l'objet même de la connaissance ou de l'enseignement n'est considéré que comme une variable indépendante et terminale... absurde !

En 1975 au moment de la création des DEA - et donc lors de l'ouverture d'une filière scientifique vers cette science nécessaire et nécessairement partie des « sciences mathématiques » au sens large - Nous avons hésité : le terme « épistémologie expérimentale » nous a tentés, légitimement, mais j'ai insisté - et j'ai été suivi - pour éviter les euphémismes : il s'agit d'étudier scientifiquement les problèmes de l'acculturation de groupes humains à une - ou à des- connaissances mathématiques, et pas seulement de la façon dont se crée le savoir, même si nous supposons que les deux problèmes sont liés.

### Le Centre d'observation (COREM), l'indispensable « didactron »

*L'ingénierie didactique* est alors devenue, de facto, une partie de la Didactique des mathématiques où se conçoit et s'étudie, empiriquement, expérimentalement et théoriquement, les dispositifs précis réalisables, observables et reproductibles d'enseignement, spécifiques de diverses formes de connaissances d'entités mathématiques déterminées.

Mettre en œuvre des observations et des expériences scientifiques portant sur des caractères déterminés de situations didactiques spécifiques ne s'improvise pas. L'étude des conditions des recherches de cette sorte a commencé en 1964 et à abouti à un projet de « centre d'observation » comprenant une école entière lié à un complexe scientifique

adéquat pour respecter toutes les conditions nécessaires à ces recherches d'un type nouveau que je concevais en même temps.

Créer ce centre fut l'objet de trois tentatives successives, la troisième aboutit en 1973 avec l'école Jules Michelet de Talence et le centre de recherches baptisé COREM lequel COREM devint un laboratoire de l'Université de Bordeaux 1 le DAEST. Le projet s'est arrêté sans heurts, comme convenu, en 1999. Il présentait un bilan extraordinaire.

Cet instrument, où toutes les composantes de l'Ingénierie didactique, de la conception des situations à leur conduite et à leur observation étaient l'affaire de tout le personnel, enseignants et chercheurs a été mon plus complexe et plus réussi chef-d'œuvre (au sens que donnaient à ces mots les anciens charpentiers) *d'ingénierie didactique*.

Il a été conçu et construit selon les principes de la théorie des situations elle-même. Comme une situation mathématique fait apparaître des connaissances mathématiques en rendant possible et nécessaire leur usage, leur identification, leur formulation et leurs preuves, le COREM obligeait les participants, chercheurs et enseignants, à concevoir, décider et agir selon les règles distinctes de leurs arts respectifs, mais aussi d'envisager, créer, formuler, discuter des alternatives et ensuite à en investir certaines d'entre elles dans des tentatives longuement étudiées pour informer les chercheurs sans risques pour les élèves et pour les professeurs... En rendant nécessaires ou utiles les concepts nouveaux produits par ces travaux, il faisait apparaître les concepts de didactique comme moyens nécessaires de gestion des classes.

Le COREM contraignait les observateurs à considérer, non pas ce que leur fantaisie leur dictait, mais ce qui était indispensable pour la survie de l'entreprise elle-même : l'enseignement aux élèves et l'étude de cet enseignement. La survie exigeait sans cesse à la fois des créations et un retour de tout le personnel sur toutes sortes de conditions non seulement didactiques mais aussi pédagogiques, psychologiques, éthiques, techniques...

### *Les champs de l'ingénierie didactique*

Nous pouvons maintenant distinguer les diverses acceptions qu'il convient de donner au terme didactique avant de commencer à dresser la liste des travaux que chacune recouvre.

#### 1. L'Ingénierie Mathématique Didactique, L'ingénierie des situations mathématiques

Chaque concept mathématique a de très nombreuses raisons mathématiques d'« être » : en tant que définition, comme conditions nécessaires ou comme conditions suffisantes, dans différentes organisations ou différentes axiomatiques mathématiques, etc. Et leurs raisons d'être, dans des usages hors des mathématiques formelles peuvent être sollicitées comme moyens rhétoriques. L'étude des différentes (et parfois innombrables) façons de rendre une connaissance mathématique « nécessaire » ou favorable à l'accomplissement d'un projet mathématique ou non conduit à la conception de situations adaptées à certaines « capacités » des acteurs.

Ce travail est essentiellement mathématique (Il porte sur la construction formelle et sur la vérification des mathématiques)

## 2. L'ingénierie des situations mathématiques didactiques et des curriculums

Choisir et concevoir les situations qui créent le sens avant l'expression et celle-ci avant la démonstration et qui rendent la solution accessibles au prix de démarches assez probables dans des conditions compatibles avec les (portent des conditions de « l'invention » mathématique Toutes les recherches mathématiques ne sont pas également porteuses d'avenir...

## 3. L'ingénierie de la conduite didactique des situations mathématiques

Avant pendant et après la leçon : projets, consignes, dévolution, appui au déroulement des situations mathématiques, institutionnalisation (l'évaluation des situations, des résultats... des comportements des élèves... ) exercices problèmes etc. Inventaire des réactions aux erreurs et aux échecs des protagonistes

## 4. L'ingénierie de l'observation des épisodes et des situations d'enseignement (ordinaires ou expérimentales) des questions posées par la recherche

Détermination sémiologique des séquences, détermination de la contingence (données « cueillies ») organisation d'expériences en didactique des mathématiques en fonction d'hypothèses ou de conditions données. Modélisation d'épisodes. Ingénierie des analyses spécifiques : statistiques, linguistiques, cliniques etc.

Méthodes de dispositifs révélant les connaissances des élèves ou des professeurs relativement au déroulement d'un épisode (leçons interrompues).

Méthode de comparaison des curriculums « à résultats égaux », à résultats constants etc. Observations longitudinales, dépendances récurrents

Détermination du « temps didactique » (débit, variations de l'entropie des élèves et du professeur, etc.).

## 5. Ingénierie de l'organisation de la gestion du dispositif de recherches : éthiques différenciées

Le professeur expérimentateur et les chercheurs ont des éthiques différentes qui s'imposent absolument. L'éthique de l'enseignement exige la recherche du meilleur résultat possible du point de vue des acquisitions des élèves. Elle prime celle des chercheurs qui doivent

La recherche des espaces laissés libre mobilise une ingénierie spécifique comme celle mise en œuvre au COREM : contrôle permanent s'opposant et/ou limitant les perturbations de l'enseignement aux élèves due: l'échec n'est pas une variable libre de l'observation : le professeur doit le maintenir normalement au point optimal d'équilibre entre la réussite du plus grand nombre d'élèves, compatible avec le temps d'apprentissage collectif disponible.

### *Place de l'ingénierie didactique dans la Didactique des mathématiques*

---

Pratiquement le sens effectif de l'expression « ingénierie didactique » n'a pas cessé d'évoluer au fur et à mesure des progrès des recherches. Aujourd'hui il recouvre la



construction et la justification de dispositifs conçus « a priori » selon des critères issus des recherches ou nécessaires à leur poursuite.

Tous les concepts mathématiques qui ont vocation à être enseignés à des élèves entre 5 à 15 ans ont fait l'objet d'études et d'expériences, à tous les niveaux.

Elles se manifestent par des dispositifs originaux : situations mathématiques de divers types (action formulation, preuve, composites) provoquant des connaissances, puis des formulations d'objets mathématiques, avant qu'ils soient discutés, pratiqués et appris. Situations isolées ou processus de divers types (genèses, études, etc.).

Un vocabulaire spécifique de base a dû être introduit, mais les recherches le font évoluer :

Par exemple, les « **consignes** » font connaître aux élèves les conditions, les règles, le but, et l'enjeu de la situation mathématique qui leur est proposée. La connaissance des techniques de transmission des consignes aux élèves est nécessaire mais sans autres mystères que ceux de la communication avec un débit optimal adapté et des précautions pour laisser une incertitude elle aussi optimale (sans réduire le résultat à une simple devinette par ex.). Après la « découverte » de la **dévolution** de ses contraintes et de ses paradoxes nous avons dû appeler cette phase « dévolution ». Mais ce dernier terme doit rester strictement confiné dans le champ des recherches et ne pas apparaître dans les interactions avec les élèves.

Nous avons, dès le début, déjà utilisé le double vocabulaire : le terme courant désigne un objet apparent dans le langage ordinaire (des professeurs ou des élèves). Pour étudier une interprétation précise de ce terme et de son usage, et pour nous permettre de modifier cette interprétation, selon les besoins de la démarche de recherche nous en donnions une définition elle-même distinguée par un terme. Il est évident que ce terme qui nous était nécessaire ne devait pas être utilisé par les professeurs avec les élèves. C'est une des raisons des difficultés que nous rencontrions dans nos rapports avec d'autres chercheurs qui comme la plupart d'entre nous étaient à la fois *des enseignants et des chercheurs*, mais qui ne comprenaient qu'*on ne peut jamais être les deux en même temps*.

Dans ces contacts hétérogènes, nécessaires à la survie de notre secteur de recherches, nos concepts les plus précis perdaient leur consistance et leur précision pour se répandre dans la communauté avec des excroissances et des dérives monstrueuses (par exemple le terme indéfendable de « situation problème »).

### *Socio-écologie de la recherche en ingénierie Didactique.*

Pire nous avons découvert le phénomène de « **perméabilité didactique** ». Les enseignants en contact avec les chercheurs se mettent à utiliser avec leurs élèves le terme approprié à une recherche en cours en lieu et place du terme approprié à l'usage et aux études menées par ou pour les élèves...

De plus lorsqu'un terme nouveau a été utilisé avec un certain succès expérimental, il se répand et son acception initiale prend une extension qui s'oppose désormais à toute nouvelle modification. Ce processus freine très vite et bloque toute dialectique scientifique. Ce phénomène est la principale cause de la volonté d'enfermer l'enseignement dans des

termes officiels bien choisis et de faire des textes scientifique l'objet initial de toute étude et de tout apprentissage.

Nous avons pu rencontrer, reconnaître, reproduire et observer de nombreux phénomènes de didactique grâce aux délais que nous nous sommes imposés avant de répandre nos observations et nos hypothèses à tous vents avec quelques garanties minimales. On nous a assez reproché d'être « ésotériques » et à nos travaux d'être « abstrus ». Or bien au contraire nous n'avons jamais refusé d'ouvrir les portes de notre centre de recherches, ni d'exposer nos concepts, nos résultats et nos projets dans des auditoires appropriés. Les précautions prophylactiques font partie aujourd'hui des conditions de la recherche, dans bien des domaines, mais cette exigence ne passe pas dans celui de l'éducation où l'opinion du citoyen le moins informé tombe dans l'objectif du journaliste le moins bienveillant qui tend à l'imposer comme une vérité première et qui l'utilise aussitôt pour stigmatiser son bouc émissaire quotidien.

Je ne souhaite pas que la recherche sur l'éducation soit ésotérique : l'enseignement est une affaire primordiale pour chaque citoyen, mais notre culture ne sait pas comment s'y prendre pour renouer un consensus social et politique à son sujet contre les appétits évidents mais inavoués d'un grand nombre composantes de nos sociétés.

Mais il serait temps de mettre un frein et un terme à l'incroyable absurdité des croyances didactiques qui s'infiltrant dans nos médias et dans nos universités, comme ce modèle de gestion de l'enseignement par l'application d'évaluations aveugles et par la mise en œuvre générale de sanctions absurdes, et la cécité volontaire devant les effets de ces idéologies soit disant pédagogiques. Au blocage de la recherche et de la formation des professeurs dans des conceptions strictement économiques désuètes et inappropriées.

### *En conclusion*

---

Il resterait maintenant à entrer dans le vif du sujet et tenter de faire l'inventaire des approches, « méthodes », « principes » et autres modes d'approche de ce qui se passe dans une classe à propos... d'un nombre, d'une fonction, d'une théorème précis

- des produits de l'ingénierie didactique dans chacune des rubriques exposées ci-dessus, et celui des contributions de ces travaux à la Science Didactique.
- L'ingénierie de prototypes et de développement (tenir compte des idéologies et des habitudes des professeurs et de la société
- L'ingénierie dans la recherche fondamentale en Didactique
- L'ingénierie et la technologie de l'éducation

## Annexes

### 1. Glossaire

**Méthodologie** : a) Etude systématique par observation de la pratique scientifique, des principes qui la fondent et des méthodes de recherche qu'elle utilise. b) Ensemble des méthodes et des techniques d'un domaine particulier. (Larousse)

**Ingénierie** : Etude d'un projet industriel sous tous ses aspects (techniques, économiques, financiers, monétaires et sociaux) et qui nécessitent un travail de synthèse coordonnant les travaux de plusieurs équipes de spécialistes ; discipline, spécialité qui constitue le domaine de telles études. (Larousse)

**Génie** Ensemble des connaissances et des techniques concernant la conception, la mise en œuvre, et les applications de procédés, de dispositifs, de machines propres à un domaine déterminé (Larousse III 1)

**Didactique** (Littré) : La didactique n. l'art d'enseigner, adj. 1. Qui est propre à l'enseignement,... 2. Qui est propre à une science.

#### **Ingénierie didactique.**

*"L'ingénierie didactique s'occupe de créer des modèles consistants et pertinents de dispositifs d'enseignement d'une connaissance précise, destinés à décrire ou à prévoir, et à expliquer les événements observables d'un épisode d'enseignement déterminé (situations ou curriculum) observé ou envisagé :*

- *observé, afin de recueillir les informations qui permettront d'en rendre compte, d'expliquer a posteriori son déroulement et ses résultats, et de permettre sa reproduction*
- *envisagé, afin de déterminer les conditions reproductibles (réalisables et communicables) de son déroulement et de ses résultats observables.*

*L'étude de la consistance et de la pertinence de ces modèles renvoie à un examen critique de tous les concepts relatifs à l'enseignement, à l'apprentissage et à la constitution même de la matière enseignée.*

## 2. Liste de réalisations d'ingénierie didactique observées au COREM

Raisonnement / Logique	Niveaux
Désignation, égalité, listes, appartenance à une liste,	Ecole maternelle, CP,
Classement, ensembles, propositions, non, et, ou, équivalence, égalité,	
Comparaisons, Rangement de grandeurs physiques, nombre, longueur, masse, Prix, capacité,	
ordre, <, >, suivant, prédécesseur,	
P( E)	CM1 CM2
Théorèmes implicites, démonstration (C20)	CM
Concours de théorèmes, preuves (Nbre le plus grand)	CM

Grandeurs/Mesurage	Niveaux
Grandeurs naturelles : cardinal, longueurs, masses, prix	Ecole maternelle, CP,
Capacités	CM
Sommes, produits, retraits, partages,	
Volumes, capacités	
Grandeurs rationnelles et décimales : commensuration, partage de l'unité é,	CM1 CM2
mesures d'évènements : statistiques,	CM
	CM

Grandeurs discrètes /Arithmétique	
Naturels : opérations addition, multiplication, soustraction, division	
Fonctions	

Grandeurs rationnelles/ arithmétique/algèbre	
Rationnels et décimaux, définition, écriture, opérations,	
Ordre (dense),	
Applications linéaires agrandissements	
Homothéties numériques, rangement, composition	
Structure des rationnels	

Espace/géométrie	
Topologie (jupe), figures	
Situation fondamentale de la géométrie	
Congruences	
Homothéties	

Statistiques/ Probabilités	
Promenade aléatoire	
Intervalle de confiance	
Probabilités composées (deux expériences successives)	
Approximation de la Loi des grands nombres	