



stef

Unité Mixte de Recherche - Sciences Techniques Éducation Formation

Disciplines scolaires et curriculums quelques cas en sciences et techniques

Jean-Louis MARTINAND
Ecole normale supérieure de Cachan
martinan@stef.ens-cachan.fr

Journée Jean Zoro Nanterre 4/10/14

La Spirale, 1957 - Germaine Richier



ECOLE NORMALE SUPERIEURE DE CACHAN
61, avenue du Président Wilson 94235 Cachan Cedex - Tel. : 33 1 47 40 20 00 - <http://www.stef.ens-cachan.fr>





Remarques introductives

Titre annoncé: *Disciplines scolaires et curriculums*

ajout: *cas des sciences et techniques*

Occasion : actualité française des débats programmes / curriculum

Problème : comment penser les disciplines et matières scolaires,
les « éducations » non-disciplinaires?

Approche: **didactique curriculaire**-- cas en sciences et techniques

- 1) **curriculum** « ensemble des actions planifiées à la lumière des principes éducatifs de base et des généralisations validées par l'expérience pratique. Il comprend: la définition des objectifs de l'éducation ou de la formation; les contenus d'apprentissage à réaliser; les méthodes d'enseignement et d'apprentissage; l'environnement humain et matériel: éducateurs ou formateurs, auxiliaires d'éducation, équipements, instruments et techniques...; les structures et l'organisation du système d'éducation ou de formation; les constructions scolaires; l'évaluation. »

(G. De Landsheere, *Introduction à la recherche en éducation*. A. Colin, 1970, 3^{ème} éd.)

- 2) **école et curriculum** « éducation informelle »?

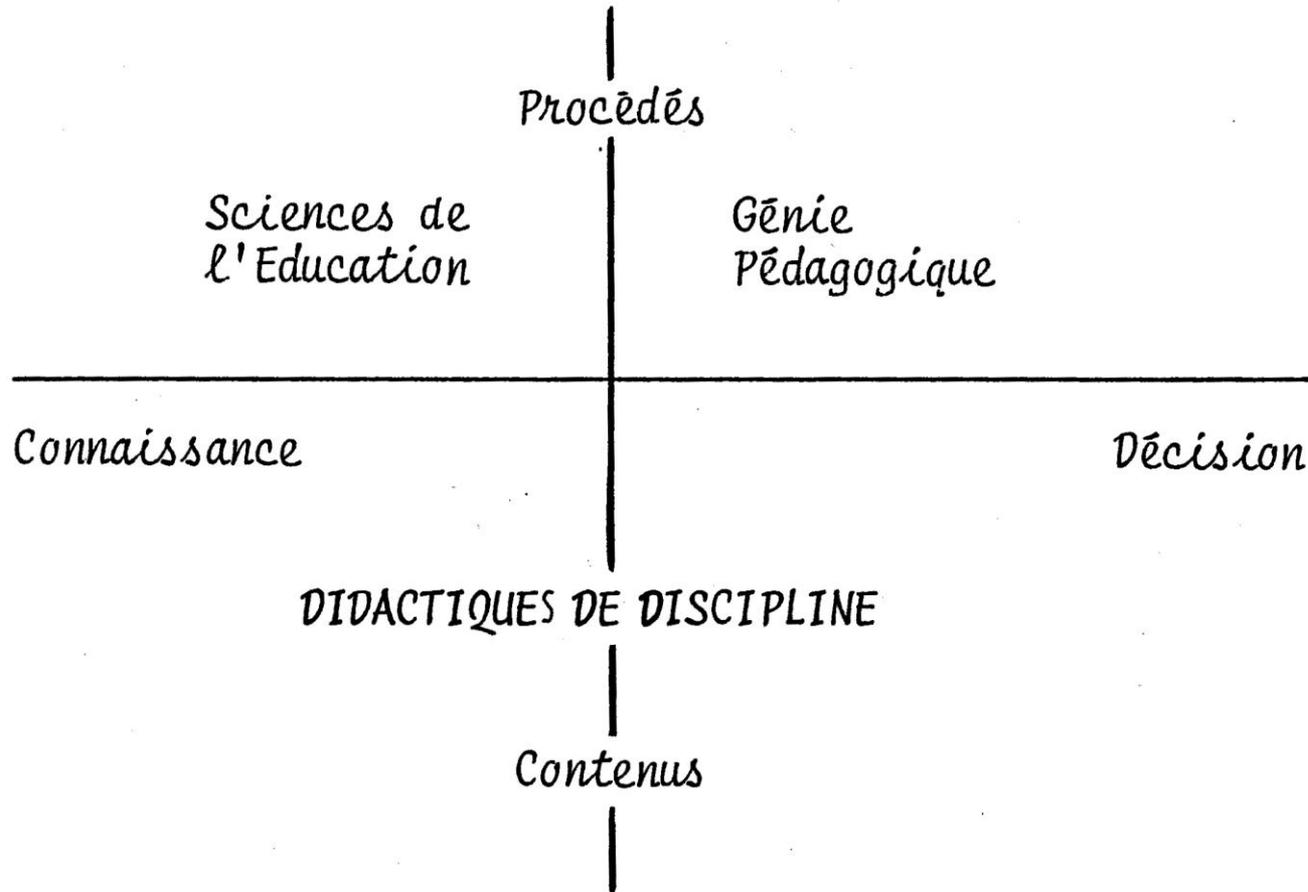
- 3) **disciplines** « disciplinarité » et « indisciplinarités »

- 4) **différences** programmes / curriculum curriculum prescrit
disciplines / curriculum forme curriculaire disciplinaire

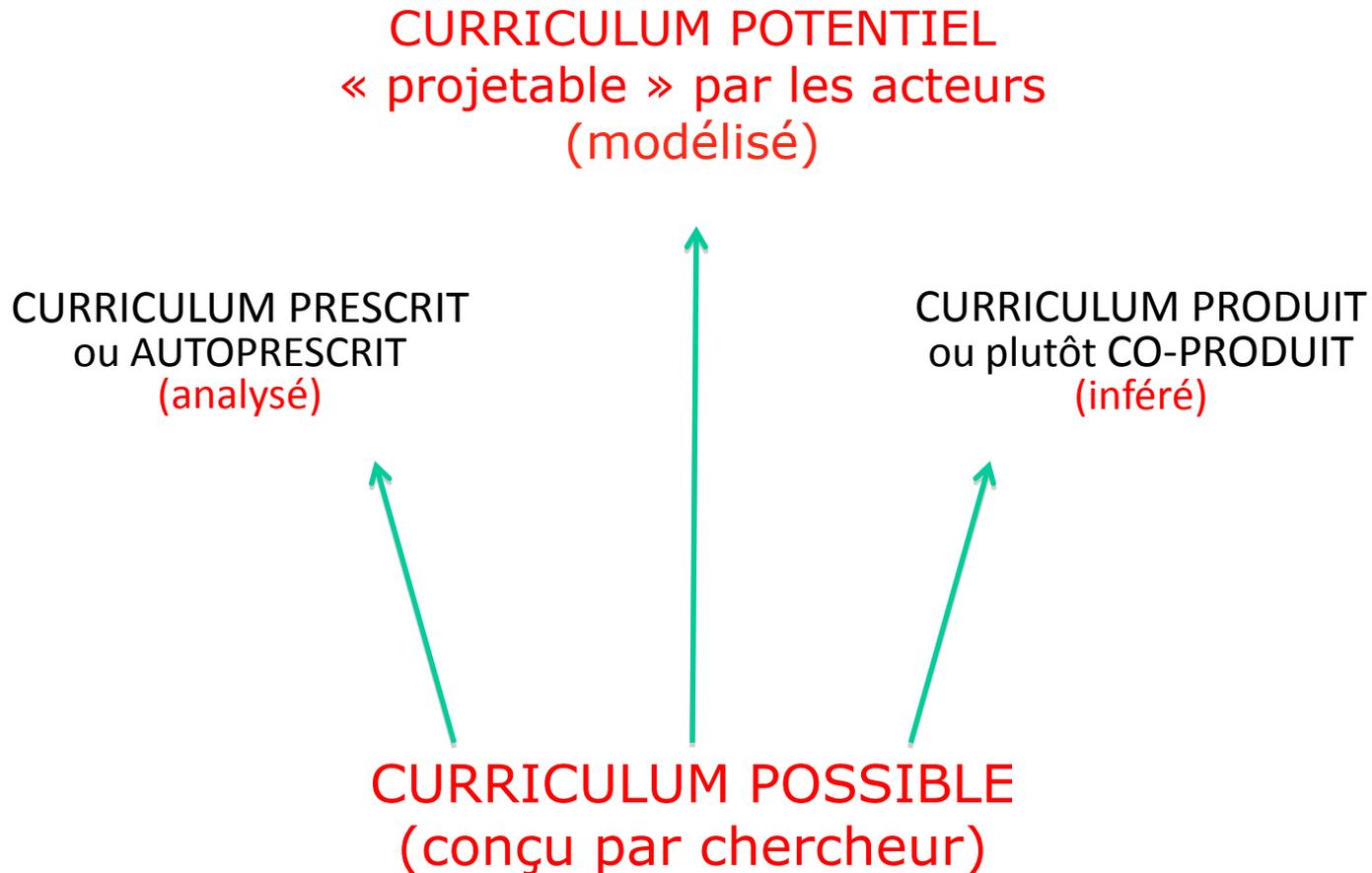
- 5) **didactiques** pédagogie / didactique
responsabilité à l'égard des contenus pluralité
posture « critique » / posture proactive et prospective



6) espace des recherches en éducation : didactiques



Jean-Louis MARTINAND – *Les Sciences de l'éducation* 1-2 (1987)



7) questionnements curriculaires



8) 50 années de changements en éducation et enseignement scientifiques et technologique

- a) 1960-1990 rénover, explorer, « **mettre à jour** » les contenus
- Ecole primaire: l'éducation scientifique et technologique
 - Collège: Sciences physiques , Technologie (collège), Biologie-Géologie
 - Lycées: rénovations des sciences et des techniques
- b) 1980-2013 « prendre en compte... » « **mettre en correspondance...** »
- les disciplines essaient d'autres contenus et modalités
 - les « éducations à... » (santé, environnement, citoyenneté, développement durable) se multiplient
 - le curriculum global est reconfiguré avec les programmes par compétences, en tension avec les matières et disciplines
- c) - épistémologie / nouvelles « références » et nouveaux pilotages » curriculaires »
- transposition / invention scolaire / « composition sous influences » (ressources et contraintes)

problème général: comment concevoir ou reconcevoir les curriculums, comment penser le **possible** (principes de génération, de limitation, de cohérence, de pertinence; appuis et obstacles)



cinq défis « curriculaires » de conception et mise en oeuvre

- I) inventer les activités d'éveil physico - technologiques (1972 – 1980)
- II) construire le concept d'élément chimique (autour de 1980)
- III) élucider les principes d'un enseignement - apprentissage de la modélisation scientifique ou technologique (1983 – 1994)
- IV) reconfigurer la technologie (collège) (1995 – 2000)
- V) penser l'éducation au Développement durable (depuis 2000)



I) inventer les activités d'éveil physico-technologiques

1) **Problème:** conception, essai de faisabilité et évaluation d'une éducation scientifique et technologique à l'école primaire

- question: enseignement de science(s) / éducation aux sciences / éducation scientifique / activités scientifiques / découverte du monde?

- situation: quasi-disparition des leçons de choses (révolution pédagogique du XIXè) entre 1950 et 1968; perte des compétences (écoles et écoles normales)

- contexte: 1968 et suites

- cadre: intention d'articulation initiation scientifique et développement général (Commission de rénovation), réflexion sur l'activité scientifique comme pratique sociale (fonctions, attitudes, méthodes, techniques, et pas seulement savoirs, recherches en épistémologie génétique, usage d'objectifs

- dispositif: innovation contrôlée avec des professeurs d'écoles normales primaires et des inspecteurs départementaux, couplage avec formation continue, pilotage par l'INRDP (section sciences du service de la recherche - L. Legrand)

- avance sciences naturelles, retard sciences physiques et technologie, absence chimie

Référence J-L M (1983), Questions pour la recherche: la référence et le possible dans les activités scientifiques scolaires, in *Recherches en didactique de la physique. Les actes du premier atelier international*. Paris: Éditions du CNRS, pp227-255.



2) exploration des thèmes et modèle de démarche pédagogique

- essais locaux sur thèmes -- rapports sur enseignements des essais -- centralisation à l'INRP -- stages nationaux – équipe INRDP
- publication: 7 volumes *Recherches pédagogiques. Activités d'éveil scientifique à l'école élémentaire*. Paris: INRP dont deux pour physique et technologie
- idées directrices:
 - . importance fondamentales des attitudes, de la familiarisation, de la communication
 - . nécessité d'acquis (connaissances, méthodes, techniques)
 - . besoin d'objectifs objectifs-possibles objectifs-obstacles
 - . besoin d'un modèle de démarche
- démarche d'investigation autonome
 - . mûrissement et formulation d'un problème élaboration et d'un projet pratique
 - . recherche autonome éléments de réponse observation, expérimentation, enquête
 - . explicitation, généralisation, structuration, validation
- nécessité d'une démarche de « présentation-illustration »
- rôle décisif de l'enseignant pour autonomie: première et dernière phases trois styles contrastés:
 - . style incitatif – apprentissages « spontanés »
 - . style « concertant » - apprentissages « heuristiques »
 - . style normatif – apprentissages systématiques



3) appuis et obstacles

- appuis: . l'enseignant du primaire est un professeur de langue
alors que la communication est essentielle pour les sciences
 - . des démarches semblables, des techniques utilisables
se retrouvent dans d'autres domaines d'instruction ou d'éducation (matières)
avant les différenciation disciplinaires à l'articulation élémentaire / secondaire

- obstacles: . prétention d'enseigner des « sciences » avant leur différenciation,
ou confondre indifférenciation et interdisciplinarité
 - . incapacité à imaginer des savoirs rigoureux
et des techniques efficaces pour les enfants
le « qualitatif » -- le mesurage
 - . oubli qu'une connaissance est avant tout réponse à un problème
et qu'un concept sert d'abord à poser des questions
 - . difficulté objective à définir des acquis exigibles
 - . méconnaissance des paradoxes constitutifs de l'éducation
familier / étrange matériel / symbolique

- institutionnalisation: programmes de 1977 à 1980, partie « éveil »



Martinand, J-L (coord), Vignes, M et al. (1995)
***Découverte de la matière et de la technique.* Hachette**



Sommaire

Introduction : Pour la pratique des sciences et de la technologie

Partie 1 : Découvrir le monde des objets à la maternelle

Partie 2 : Mouvements et mécanismes

Partie 3 : Réalisations et matériaux

Partie 4 : La matière et ses états

Partie 5 : Les montages électriques

Partie 6 : L'usage de l'ordinateur

Partie 7 : Le point de vue de l'énergie

Partie 8 : Les savoir-lire techniques

Partie 9 : Le ciel et la Terre

Ressources et références



II) construire le concept d'élément chimique

- 1) problème: un programme pour la 5^è, et l'incapacité à le comprendre (formateurs et enseignants)
 - ambiguïté des chimistes (années 60 →) un concept « mort » / molécule Ostwald (1907, trad. fr.) et Urbain (1925)
 - le « programme » de Mendéleïev; son « système » périodique des éléments « chimiques » Cassirer (1910, 1977 trad. fr.): « concept fonctionnel »

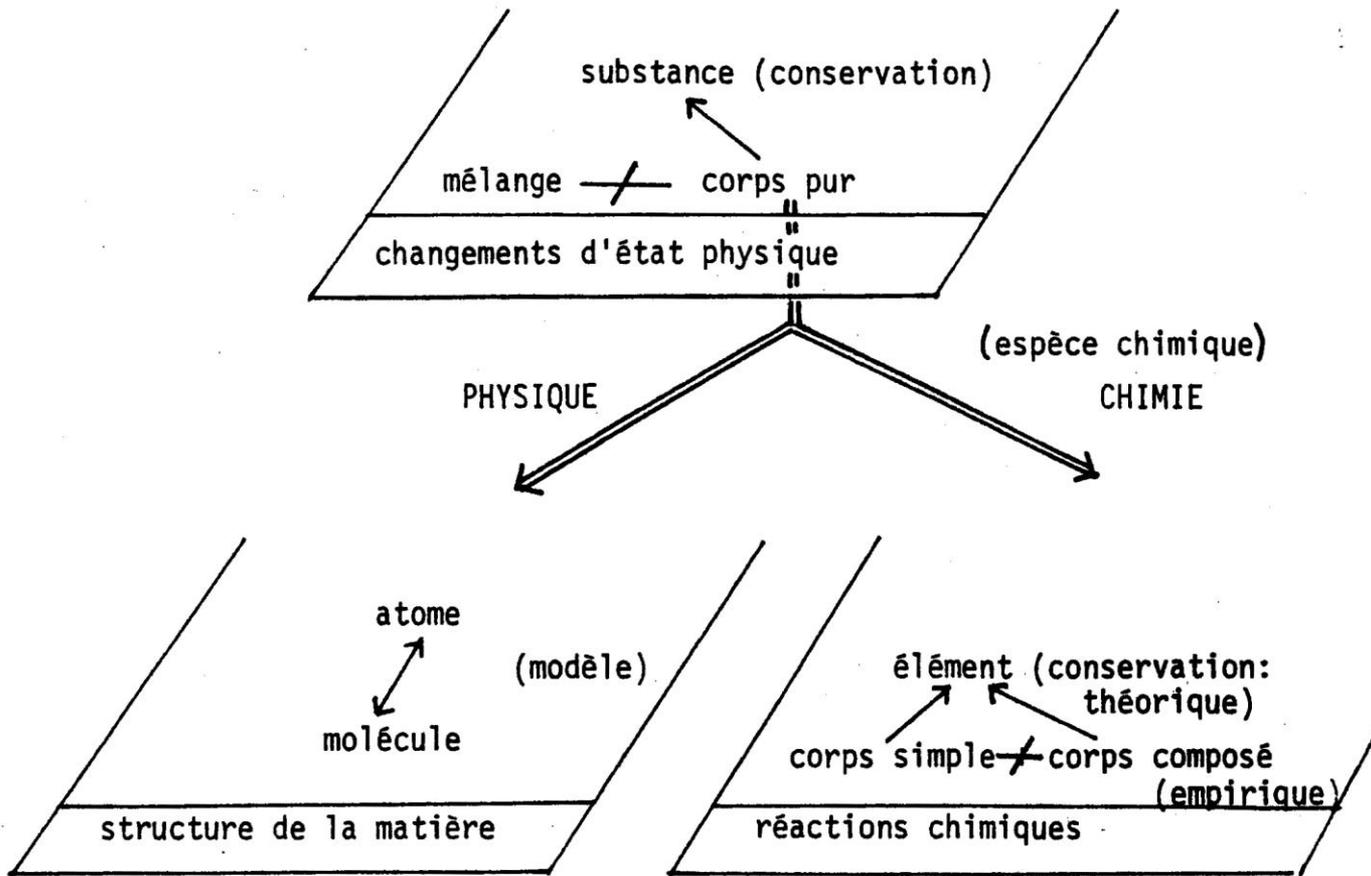
- 2) propositions pour l'enseignement
 - un concept nécessaire pour « mettre de l'ordre » dans les transformations chimiques
 - un concept à définir au « niveau 5^è »
 - un concept à « appliquer » pour interpréter

- 3) Théorie des réactions chimique ou modèle structural de la matière?

Référence : J-L M (1986) Le concept d'élément chimique dans l'initiation aux sciences physiques, in *Connaître et transformer la matière*. Berne:Peter Lang, pp 148-174.



4) invariants et concepts



Jean-Louis MARTINAND – *Connaître et transformer la matière*. Peter Lang : 1986.

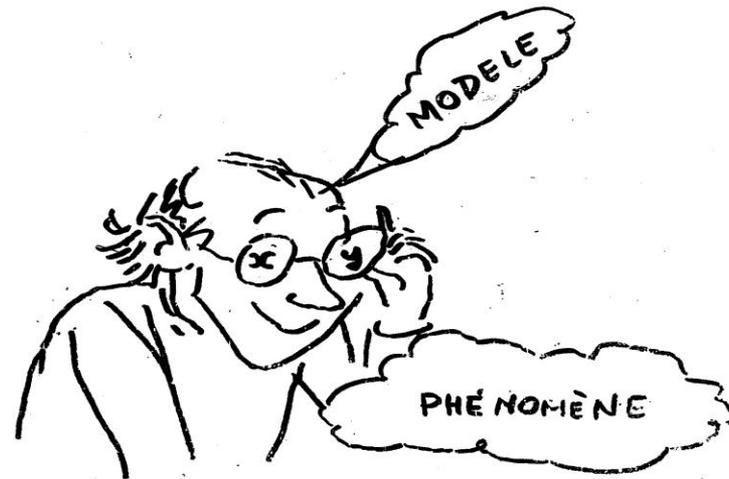


III) Principes pour enseigner à modéliser (primaire et secondaire)

1) décrire et interpréter



d'après Jean-Pierre Petit (Journées de Chamonix)



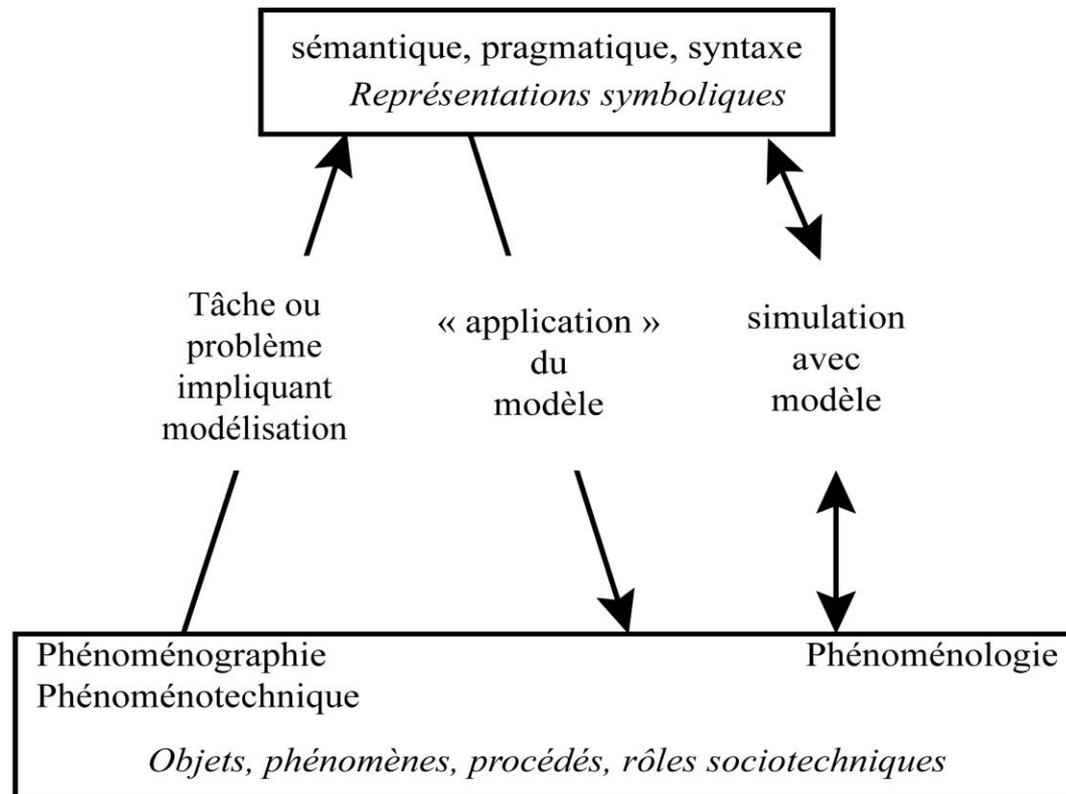


2) schéma simple (école et collège)

- apprendre les « bons modèles » ou apprendre à « modéliser »?
- **modèles?**: hypothétiques, « bricolables », relatifs à des contextes et des problèmes

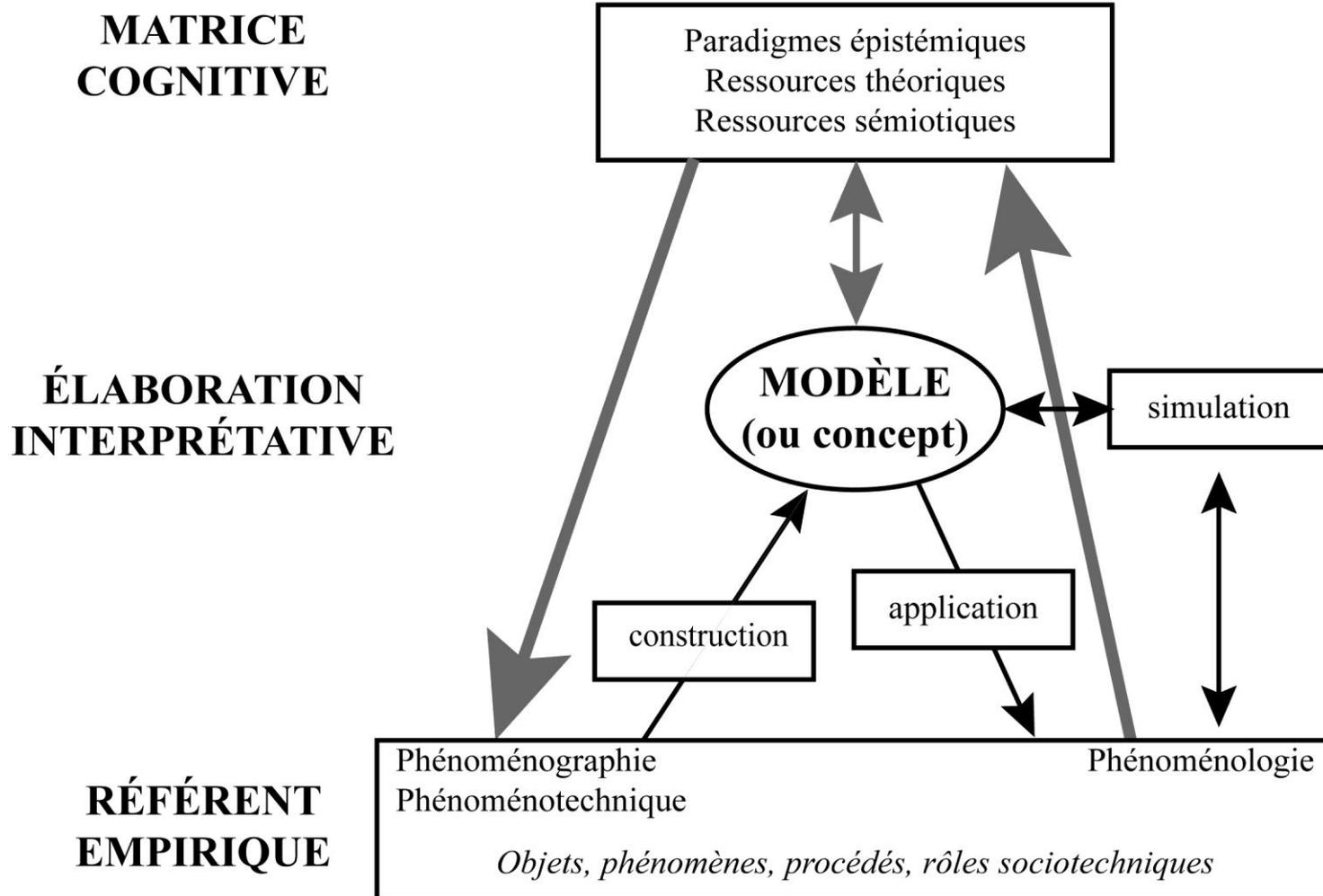
MODÈLES

RÉFÉRENT EMPIRIQUE





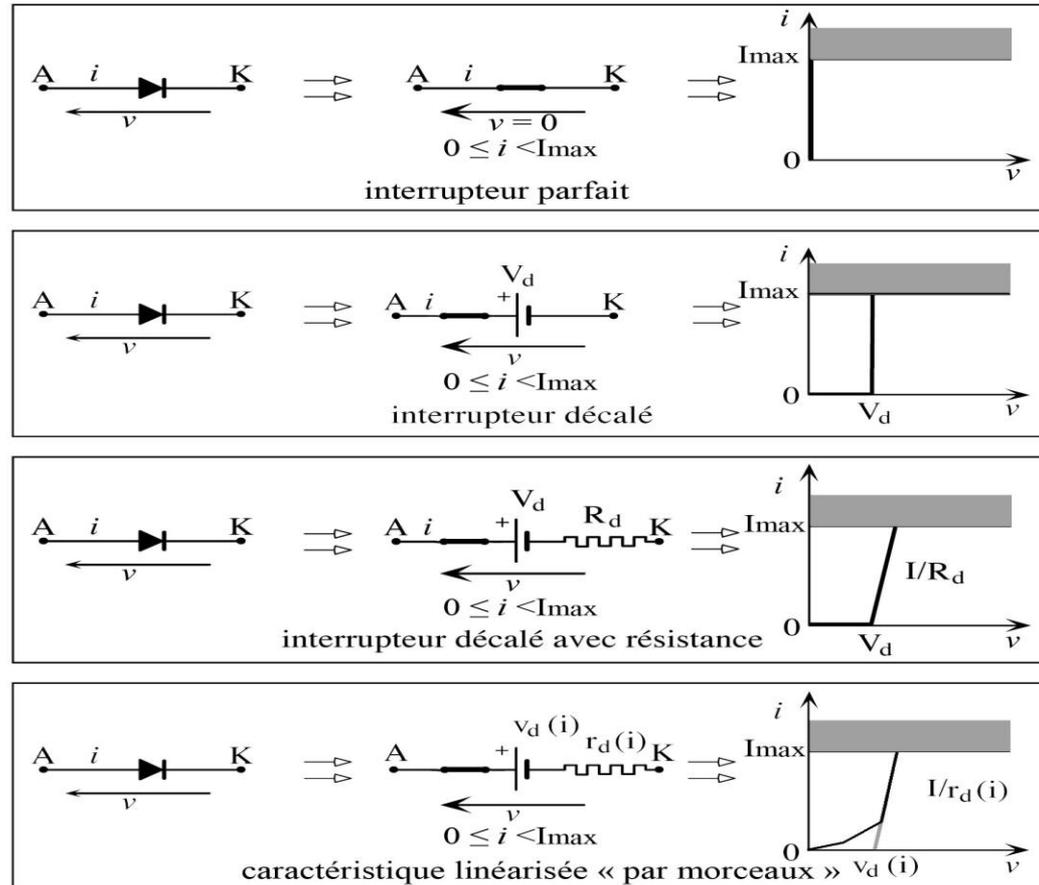
3) schéma développé (lycée et supérieur)





4) modélisation et schématisation exemple: la diode jonction « passante »

symbole éléments idéaux comportement





5) usages des schémas didactiques (écoles, collèges, lycées)

schémas « didactiques » de la modélisation

- apprendre les « bons modèles » → apprendre à « modéliser »
- modèle: hypothétique (tout n'est pas modèle,
« bricolable »,
relatif à problèmes et contextes
- « niveaux » (problèmes et métaproblèmes)
→ schéma simple et schéma développé

- usages:**
- concevoir ou analyser des activités « en modélisation »
 - analyser des « figures curriculaires »
 - analyser ou configurer des « programmes »
de sciences ou technologie
 - réfléchir à l'activité scientifique ou technologique

problèmes de recherche didactique:

- modélisations et conceptualisations
- modélisation / conception curriculaire / expérimentation

référence : J.-L. Martinand (2010), Schémas didactiques pour la modélisation, in *Spectre*, Vol.40, N°1, oct-nov , pp 20-24.



IV) reconfigurer la technologie au collège

(1995-2000)

1) définitions

- **genèses** d'une discipline
- **enjeux politique**, missions d'une discipline:
 - . appui à l'orientation
 - . connaissance du monde technicisé
 - . appropriation des techniques d'information
 - . pédagogie de la réalisation collective
- **fins** (éducatif), **missions** (politique), **fonctions** (sociologique)

2) sélections

- **figures** d'une discipline
 - . domaines techniques, réalisation collective sur projet, objectifs de connaissance technologique
 - . ambiguïtés, dérives, changements de contexte
- **enjeux programmatiques**
 - . références
 - . types d'activités
 - . outillages et équipements
 - . « langage » et systèmes symboliques
 - . technologie comme matière scolaire au niveau collège
 - . identité de la discipline
- **pertinence du curriculum**



3) élaborations

matrice de la discipline 6^è / 5^è-4^è / 3^è

6^è: 4 unités dans l'esprit de Sciences et technologie (cycle III école élémentaire)

4^è-3^è: scénarios de réalisation sur projet (2/3 chaque année)/

6 unités obligatoires de technologie de l'information (compétences)

3^è: grand projet de réalisation ouvert, réalisations assistées par ordinateurs, unité évolution des solutions à un problème technique

enjeux didactiques

- unité de la discipline
- progressivité des activités et des visées
- flexibilité du curriculum
- évaluabilité . réalisation sur projet
 - . compétences en jeu / attendues / exigées
 - . compétences instrumentales / notionnelles

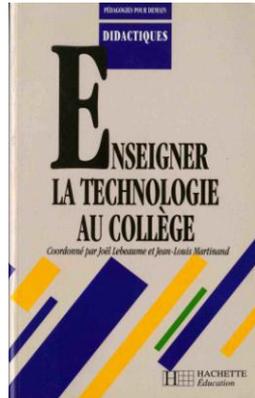
efficience du curriculum

4) remarques

- **une discipline « modèle »?** attaques, destructions, reconstructions?
- **les trois registres** politique / programmatique / didactique et pédagogique
compromis institutionnels et idéologiques / élaborations conceptuelles explicites
- **un point aveugle:** la question des normes
 - . normes de processus / norme de produit expérience / compétence
 - . le contraint / le l'imposé / le libre (dans les trois registres)
- **recherche:** compréhension de l'existant /
mise en forme de possibles / travail sur le potentiel



Lebeaume, J et Martinand, J-L (coords.) et al. (1998) *Enseigner la technologie au collège. Hachette*



Sommaire

Partie 1 : La technologie pour les collégiens

Orientations didactiques.....	6
Petite histoire de la technologie.....	11
Quelle technologie pour le collège?.....	21
Les programmes de technologie.....	35
Être professeur de technologie.....	43

Partie 2 : Des tâches significatives

Agir pour découvrir les techniques.....	52
Rencontrer les problèmes, étudier les solutions techniques.....	72
Utiliser des outils pour travailler efficacement.....	88

Partie 3 : Des scénarios authentiques

Des pratiques sociales de référence.....	98
Des scénarios pour la classe.....	105
Construire des scénarios.....	112
Mettre en œuvre des scénarios.....	120
Prolonger et ouvrir les scénarios.....	157
Des scénarios aux projets.....	164

Partie 4 : La technologie de l'information

Transformer l'information.....	188
Pratiquer l'ordinateur.....	194
Réaliser avec l'ordinateur.....	214
Vers une utilisation autonome et raisonnée.....	218

Partie 5 : Technologie et milieu socio-technique

Les élèves à la découverte du milieu technique.....	230
L'entreprise et son fonctionnement.....	239
Découverte des professions.....	253
Histoire des solutions à un problème technique.....	267

Partie 6 : Problèmes didactiques

Dessins et graphismes.....	286
Tâches, problèmes et solutions.....	297
Outils, démarches.....	303
Enseignement-apprentissage.....	315
Évaluation.....	322

Bibliographie.....	333
--------------------	-----



5) spéculations et questions

matrices curriculaires

- forme curriculaire non a priori, mais fixation comme « discipline » avec corps enseignant
- complexité, forme composite variable
- ruptures et continuités explicites et partielles
- autres figures curriculaires possibles: par disciplines/sciences appliquées/hors disciplines (ateliers...), sciences et technologie intégrées

enjeux théoriques

- interdisciplinarité / a-disciplinarité?
- transposition de savoirs / composition sous influences de références?
- contrat didactique / contrat de réalisation (« adidactique »)?
- résolution de problème / scénario de projet / montage de projet?
- pilotage par objectifs / projet directeur?
- activité scolaire= activité d'apprentissage?
- « discipline d'expérience »/ »discipline de compétences »?

ouvertures.

limites des didactiques « de discipline » et des doctrines pédagogiques actuelles

référence : J-L M (2003) L'éducation technologique à l'école moyenne en France: problèmes de didactique curriculaire. *La revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*. V 3, N°1, 101-116.



V) penser l'Éducation au Développement durable

1) la situation

obligation - le développement durable:

- un compromis historique international (rapport Brundtland, 1987)
devenu norme nationale (« stratégie nationale de développement durable »)
- un processus de diffusion/appropriation/intervention
qui renouvelle le compromis tout en révélant
des divergences de points de vue et des conflits d'intérêts

déficiences des préconisations éducatives

-les stratégies internationales et nationales de DD renvoient fortement à une
« Éducation au développement durable »:

Europe (2005), Décennie de l'UNESCO (2005-2014)

- en France . une stratégie « glissante »:

Éducation à l'Environnement → ÉEDD → Éducation au développement durable

. des préconisations renouvelées mais incertaines:

projet d'établissement, ÉDD « ancrée dans les disciplines », codisciplinarité

. « Grenelle de l'environnement » (2007) et Rapport Brégeon (2008):

orientation vers l'action, établissement espace privilégié,

penser et agir selon une approche empirique et sensible,

association des « parties prenantes » (familles, collectivités, entreprises, associations)



2) éduquer au développement durable?

- une **inscription difficile** dans les pratiques scolaires
 - enseignement de.../éducation à...: une question de « légitimité »
 - l'épistémologie et les didactiques de disciplines: un obstacle de pertinence
 - « développement durable »: comment manier un concept politique?
 - « développement durable » une idée qui heurte la « neutralité » scolaire
 - complexité des enjeux et insignifiance des actions éducatives
 - l'Éducation relative à l'environnement: un héritage sur la défensive
(L. Sauvé, Chaire du Canada recherche ÉrE)
- penser des **curriculums possibles**
 - nécessité de penser des projets et des plans éducatifs inscrits dans des dynamiques historiques, géographiques, et sociétales
 - nécessité d'une centration sur les « enjeux de développement et de durabilité »
 - nécessité d'une construction participative pour une implication éducative collective



3) orientation éducative politique

trois « registres » de problématisation: politique/stratégique/didactique

- une « **définition** »: il y a ÉDD « si et seulement si » ce sont des enjeux de développement humain et de durabilité environnementale qui sont l'objet de cette « éducation », dans une démarche pragmatique et démocratique (Di Castri, 2005)
- quelle **liste d'enjeux** choisir, en vue de participer à décider et à agir pour un avenir commun en situation de conflit d'intérêts? (Aubertin & Vivien, 2009)
 - + enjeux sociaux (pauvreté et inégalités face l'alimentation ou la maladie, solidarité intergénérationnelle et internationale, diversité des cultures...)
 - + enjeux environnementaux (protection, préservation, conservation, gestion de la biodiversité...)
 - + enjeux économiques (préservation des ressources, économie solidaire/ économie marchande, économie de la fonctionnalité, ...)
 - + enjeux politiques (démocratie délibérative, démocratie participative...)
- missions pour l'ÉDD (par exemple: rapports CESE France):
 - + préparer à penser le futur et agir (Bailly, 1998)
 - + préparer à la participation politique (Le Clézio, 2010)
 - + préparer aux nouveaux métiers (Martinand, 2009)



4) projection éducative stratégique

HDR Jean-Marc Lange (sept 2011)

- **repères fondamentaux:**
 - + maintenir en tension les deux critères: développement et durabilité
 - + prendre en compte les débats et compromis évolutifs
 - + comprendre les argumentations et les intérêts en jeu
 - + penser enjeux et problèmes de DD et pas connaissances a priori
 - + conjuguer l'initiative locale et les préconisations « globales »
- **approches** habituelles et « préconisées »:
 - + enseignement de savoirs sur le DD
 - + approches systémique et interdisciplinaires
 - + éducation du comportement: gestes « éco-citoyens », éco-délégués
 - + études de cas, de « questions socio-scientifiques ou socio-techniques vives »
- former des **dispositions** (E. Bourdieu),
individuelles et collectives, en faveur du développement durable,
tel qu'il est interprété et soutenu localement et momentanément:
« empowerment » et engagement : compétences, valeurs, savoirs



5) former des dispositions

- a) pour former des dispositions, mettre en œuvre des **actions éducatives, partenariales et a-disciplinaires** (équipe éducative, parents, collectivités territoriales, associations, entreprises) de DD
 - + les AEDD sont des ADD dans le milieu local
 - + en tant qu'ADD elles transgressent la clôture de l'école
 - + montage en projet, réalisation, évaluation et publicité

- b) compléter les AEDD par:
 - + des **Investigations multiréférentielles d'enjeux de développement et de durabilité** (scénarios prospectifs, modélisations et simulations, usages d'indicateurs, débats sur des questions socialement vives)
« multiréférentiel »: → points de vue et outillages de disciplines, métiers, rôles sociaux

 - + des **contributions de disciplines** (du secondaire), ou de matières (primaire), **à l'élucidation de problèmes de DD** (construction de concepts et d'indicateurs, modélisations)
disciplines: → ici sollicitées dans leur spécificité plus que dans leurs interfaces: dispositions et cultures de discipline



6) élaborations didactiques et pédagogiques

vers une **didactique** (mise au point de contenus associés à des démarches) et un génie pédagogique (montage d'actions éducatives) spécifiques **de l'ÉDD**:

- **types curriculaires** en ÉDD (Ross, 2000):
 - + Process-driven Curriculum et AÉDD
 - + Objectives-driven Curriculum et CDDD
 - + Content-driven curriculum et IMEDD
- construction d'**îlots de rationalité et de technicité**
 - + savoirs « hybrides » pour l'action et accompagnant l'action
(prospectifs, proactifs et mobilisateurs)
 - + savoirs controversés et « opinions « raisonnées »
critique des valorisations et dévalorisations
- **identité relationnelle de l'ÉDD** par rapport aux éducations:
 - à la citoyenneté
 - + aux risques
 - + à la santé
- **principes de progressivité** pour un curriculum d'ÉDD?
- **évaluabilité** dans un curriculum d'ÉDD: rendre compte des effets
pour réguler et rectifier le curriculum, apprécier les dispositions

Référence : J.-L. Martinand (2012), Éducation au Développement durable et didactiques du curriculum. Conférence au XIXème **Colloque AFIRSE, Lisbonne.**



projet de capteur solaire 3/5)





projet de capteur solaire (5/5)





ouverture

trois enjeux pour éducation et formations scientifiques et technologiques :

- 1) reconfiguration imposée des curriculums scientifiques et technologiques – que deviennent curriculums prescrits et curriculums produits, spécialités et professionnalités enseignants?
- 2) implications éducatives et culturelles des mutations technoscientifiques et des enjeux de développement et d'environnement
- 3) et parmi elles les questions didactiques et pédagogiques des technologies et cultures « numériques »

sommes-nous « **armés** » pour:

- 1) problématiser en situation, en partenariat et en accompagnement de la recherche et de l'essai de solutions par des enseignants-professionnels?
- 2) affronter les obstacles:
 - penser le non-disciplinaire autant que le disciplinaire, l'interdisciplinaire autant que le transdisciplinaire, le multiréférentiel au-delà du multidisciplinaire?
 - résister au repli sur l' « enseignement-apprentissage » (informatisé?), à l'oubli des multiples formes et contenus curriculaires possibles au totalitarisme des compétences ou de la démarche universelle, aux « socles communs » acritiques?



Références

Points de vue curriculaires

- **Approches du concept de curriculum**

J.-C. Forquin: article curriculum, *Dictionnaire encyclopédique de l'éducation et de la formation*.

P. Perrenoud: curriculum: le formel, le réel, le caché, *La pédagogie: une encyclopédie pour aujourd'hui*

- **Place des préoccupations curriculaires**

V. de Landsheere: *L'éducation et la formation*

Y. Reuter (dir.): *Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques*

- **Quelques publications importantes**

F. Audigier et al.(éds., 2006), *Curriculum, enseignement et pilotage*. De Boeck

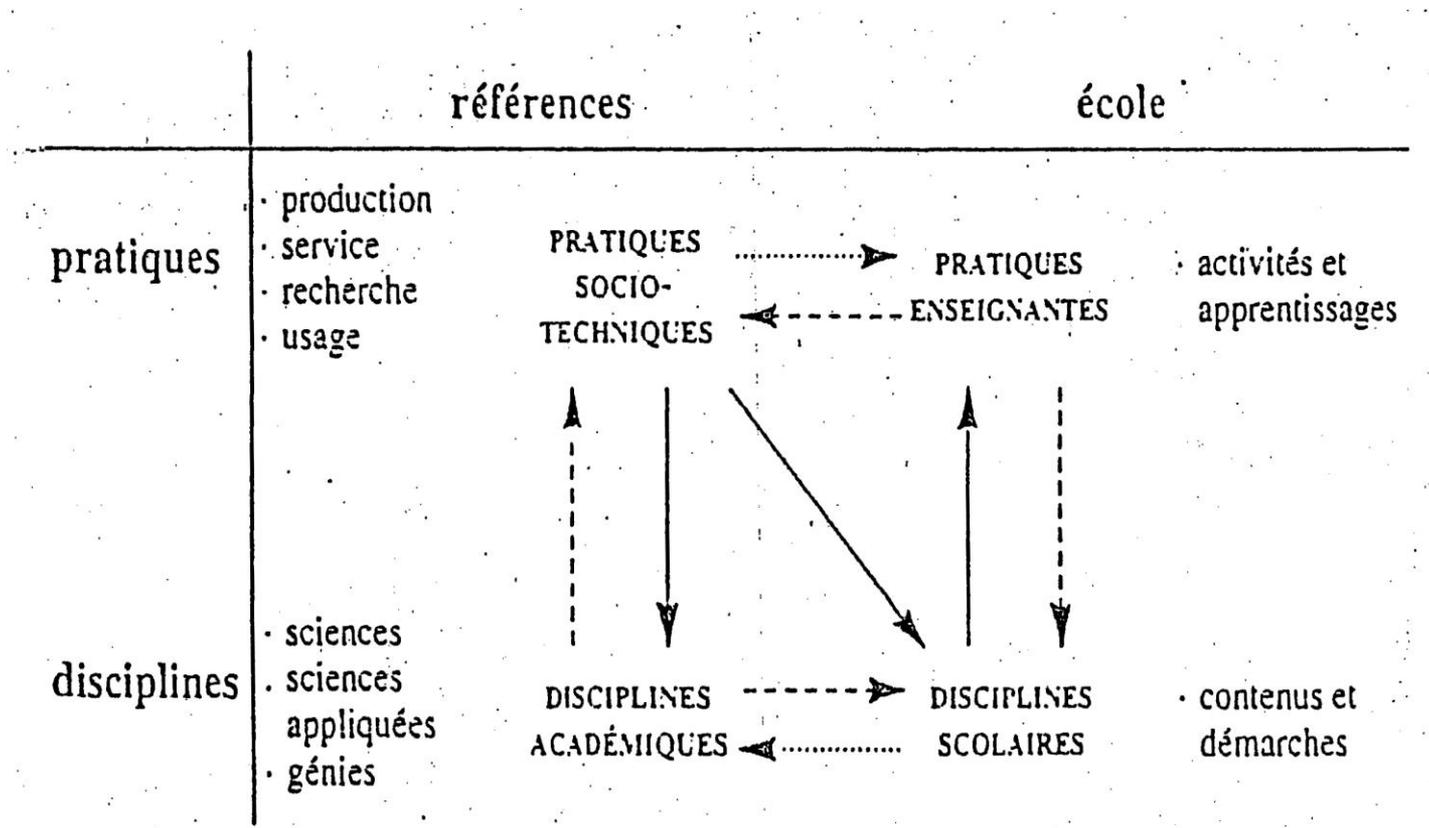
R. Malet (dir., 2010): *Ecole, médiations et réformes curriculaires. Perspectives internationales*. De Boeck.

C.J Marsh (1997, 1^{ère} éd), *Key Concepts for Understanding Curriculum*. RoutledgeFalmer.

J. White (éd., 2004), *Rethinking the School Curriculum. Values, Aims and Purposes*. RoutledgeFalmer.



Modèle références / disciplines



Jean-Louis MARTINAND, La didactique des sciences et de la technologie et la formation des enseignants. *ASTER* (1994), 19, p. 17.