

LA QUALITE DES SYSTEMES D'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES A L'AUNE DE FONDEMENTS EPISTEMOLOGIQUES DES SCIENCES COGNITIVES

Mohammed BAHRA¹, Fatima ELABASSI², Aouatif NAJOUA³, Jalila Achouaq AAZIM⁴,

Hafida BOUANANI⁵

Coordonnées :

1 Laboratoire COREST – CRMEF /Casablanca - e-mail : mohamed.bahra@gmail.com

²ORDIPU (Faculté des sciences Ben M'sik)/COREST (CRMEF) - ENSET/Mohammedia - Université Hassan II – Mohammedia/Casablanca. e-mail : fatimaelabassi@gmail.com

³[ORDIPU / COREST - ENSET/Mohammedia - Université Hassan II – Mohammedia/Casablanca. e-mail : ouatif.najoua@gmail.com](mailto:ouatif.najoua@gmail.com)

⁴ORDIPU/COREST – ENSET/RABAT – Université Mohammed V Souissi - Rabat. e-mail : azimjalila@gmail.com

⁵ ORDIPU/COREST – CRMEF/SAFI - e-mail : bouananih@yahoo.fr

I. Argumentaire du symposium

A. Schème morpho-dynamique et représentation numérisée des connaissances en sciences et techniques : vers un nouveau paradigme du didactique

Le tableau noir est l'archétype des médias qui accueillent difficilement l'interactivité. Or, bien que la cybernétique se soit imposée, depuis les années 50 du siècle dernier, comme nouveau paradigme quant à la conceptualisation des activités cognitives et intellectuelles, les pratiques scolaires restent attachées au tableau noir comme principal médium dans la transmission des savoirs. Et bien qu'on ait passé, à l'aube de ce siècle, de la cybernétique à la cognitive, le tableau noir, devenu blanc, conserve encore aujourd'hui sa place de médium quasi incontournable.

La prégnance du tableau noir est telle qu'il est difficile d'imaginer que la nature des contenus d'enseignement visés puisse déterminer les médiums qui leur sont idoines et que ceux-ci puissent être incompatibles avec le tableau noir. Quand le contenu comporte du dynamique et du statique le recours à ce tableau rend implicite le premier et ne laisse explicite que le second. Les manipulations, en travaux pratiques, n'échappent pas à l'emprise de cet abord didactique statique immanent au tableau noir : ces manipulations se réduisent le plus souvent à de simples monstrations. Il y a donc un modelage très robuste, bien qu'imperceptible, de la structuration des contenus d'enseignement selon un moule unique : celui dicté par le tableau noir. Ce moule vide ces contenus de leur teneur morpho-dynamique.

Or, toute conceptualisation de tout domaine de connaissances, se déploie à travers des schèmes morpho-dynamiques, c'est donc toutes les structurations, en vigueur, de tout

contenu d'enseignement qui doivent être revues et corrigées à l'aune des stipulations de la mobilisation idoine des variables didactiques morpho-dynamiques. Ces révisions et ces corrections, seraient-elles alors la base sur laquelle il devient nécessaire de bâtir une formation de qualité en les sciences et les techniques ? Si oui, quels arguments avancer en faveur de ces stipulations ? Où et comment réaliser la capture effective de ces arguments et mesurer, du moins qualitativement sinon quantitativement, leur force ?

B. Les stipulations d'un recadrage d'objets d'apprentissage relatifs aux objets d'enseignement des sciences et des techniques

Tout savoir est le sténogramme de la spécification d'une conceptualisation d'un domaine de connaissances. Ces conceptualisations s'accomplissent uniquement via le déploiement d'un schème morpho-dynamique ayant une morphogenèse comme substratum. Or, de telles morphogenèses étant difficilement actualisables via le tableau noir, c'est la forme prise par les objets d'apprentissage qui serait trop éloignée de la forme adéquate jusqu'à se constituer en obstacle à la formation de conceptions valides chez l'apprenant.

Spécifier cet obstacle et chercher les conditions générales organisant son franchissement, telles sont les stipulations d'un recadrage des objets d'apprentissages à l'horizon de la généralisation des techniques de l'interaction sémiotique issues de développements récents des sciences cognitives.

Ces techniques concernent spécifiquement la structuration :

1. du discours enseignant dans ce que cette structuration a de spécifique à la segmentation thématique du savoir visé, à la mobilisation par le professeur de la fonction proximale du langage et des conflits cognitifs pour la régulation de la représentation scénique que son discours provoque chez l'apprenant de sorte que cette représentation soit conforme à la segmentation en question ;
2. des contenus d'enseignement dans ce que ces contenus ont de spécifique à la teneur praxéologique des savoirs visés : ces savoirs étant considérés alors comme autant de missions en attente de ré-accomplissement par l'apprenant, celles-ci devraient suggérer les micro-missions et les méso-missions dont la réalisation est nécessaire pour ce ré-accomplissement;
3. des interventions didactiques dans ce que cette structuration a de spécifique aux systèmes informatiques capables d'interaction sémiotiques, telles les TBI et les tablettes, quand ces systèmes servent de support à la contextualisation des savoirs visés.
4. Des objets d'apprentissage en tant que résultats d'une projection de type cartographique appliquée par les pratiques didactiques aux objets d'enseignement qu'elles visent.

II. Les axes du symposium

Premier axe : Les invariants structuraux du discours enseignant, théorie et pratique.

Tout texte de savoir est le résultat d'une genèse. Reproduire, dans la classe, cette genèse est l'objet du discours enseignant. En tant que projet, cette reproduction est la situation d'enseignement confondant l'activité projetée de l'élève avec celle du philologue : L'enseignant se représente l'élève comme placé devant un texte écrit dans une langue qui lui est inconnue et qu'il doit déchiffrer. Le traitement de la situation par l'enseignant commence par une analyse du texte. Cette analyse identifie d'abord le texte comme constitué d'un agrégat de catégories, systèmes de concepts articulés et résultat d'une classification opérée sur un agrégat de concepts selon un leitmotiv de troisième degré. Ensuite vient l'analyse de cet agrégat de concepts : cette analyse doit faire apparaître ces mêmes concepts comme autant de systèmes de signifiés articulés et résultat d'une classification opérée sur un agrégat de signifiés selon un leitmotiv de second degré. Enfin, entre en jeu, dans le travail d'analyse de l'enseignant, l'analyse de cet agrégat de signifiés, à leur tour systèmes d'expressions articulées et résultat d'une classification opérée sur un agrégat d'expressions selon un leitmotiv de premier degré.

Remarquons qu'un agrégat d'expressions est, quant à lui, le résultat d'une classification opérée sur le lexique d'une langue selon un leitmotiv qui alors sera considéré de degré zéro. Le discours enseignant tente d'amener l'élève à opérer, les mêmes classifications, d'abord sur le lexique, puis successivement sur les expressions, les signifiés et les concepts.

Ces classifications seraient alors autant de segmentations thématiques opérantes sur quelques substrats où s'actualise le savoir visé. Cette segmentation doit d'abord se traduire chez l'apprenant par une représentation scénique adéquate, de plus en plus fine, du processus de cette actualisation.

Le discours aurait alors besoin d'un schéma régulateur garantissant au processus de classifications de ne pas se bloquer ni au niveau des signifiés ni au niveau des concepts. Spécifier ce schéma revient à spécifier les facteurs de blocage du processus. Aussi, la tâche fixée pour cet axe est cette spécification.

Deuxième axe : Praxis et motivation des contenus d'enseignement, théorie et pratique

Quand elles visent un savoir, les pratiques didactiques visent la genèse d'un signe. Ce signe renvoie à une pratique sociale de référence. Comment donc articuler, en classe, cette double genèse : celle du signe et celle de la pratique ?

Une pratique sociale peut se confondre avec une activité qu'accomplit un opérateur humain ou une machine via une *motricité contrôlée*. Par contre, le savoir est toujours un émergent d'un style *de motricité* relative à une pratique. Ce style est candidat à s'ériger au niveau d'une *motricité stylisée*. Comment faire émerger une motricité stylisée à partir d'une motricité simplement contrôlée ? Comment provoquer le saut de complexité sémiotique correspondant ?

Le savoir ne transcende la pratique sociale à laquelle il renvoie que s'il s'interprète comme une mission globale en attente de réédition, notamment par d'éventuels néophytes, les élèves en l'occurrence. Comment spécifier les obstacles éventuels à la dévolution, aux élèves, de telles missions ? Comment lier genèse du savoir à l'accomplissement d'une mission globale qui lui serait associée ?

L'activité enseignante a donc pour objet des savoirs comme autant de praxis : le professeur a à traduire tout savoir qu'il vise en une macro-mission dont l'accomplissement doit être placée, avec succès, sous la responsabilité exclusive de l'apprenant. Pour cela, la macro-mission doit prendre la forme capable de suggérer à l'apprenant les micro-missions, sorte de pratiques élémentaires dont l'usage parallèle donne lieu à l'accomplissement de méso-missions. Celles-ci s'agencant pour donner lieu à l'accomplissement de la macro-mission visée.

Comment alors spécifier des praxis en de telles macro-missions ? Comment bâtir cette division du travail entre le professeur et l'élève basée sur une distinction fine entre pratiques élémentaires et usage parallèle de ces mêmes pratiques aboutissant à une praxis stabilisée ? Quelles sont les stipulations de telles stabilisations ? Telle sont les questions dont l'étude est dédiée à cet axe.

Troisième axe : Les déterminants pragmatiques de la contextualisation des objets de savoirs, théorie et pratique

Pour anticiper l'évolution et la généralisation des TICE, les moyens d'enseignement et d'apprentissage doivent être conçus comme objets devant obéir au même schéma de conception, et donc aussi aux mêmes normes d'évaluation, que les systèmes informatiques dédiés à de l'interaction sémiotique. Le schéma s'articule autour de quatre niveaux d'articulation :

- 1) le niveau morphologique ;
- 2) le niveau syntaxique ;
- 3) le niveau sémantique ;
- 4) le niveau pragmatique.

Les normes d'évaluation s'articulent autour de trois niveaux d'articulation :

- 1) la description sémiotique de l'objet de savoir visé ;
- 2) la construction scientifique de deux systèmes en interaction, l'un modélisant le savoir visé par le professeur et l'autre les connaissances de l'élève relatives à ce savoir ;
- 3) l'évaluation sémiotique de l'évolution de l'interaction entre les deux systèmes conçus dans la deuxième articulation au regard de la description sémiotique réalisée dans la première articulation.

La spécification de ce schéma en tant que schéma régulateur de séquences d'enseignement ainsi que la spécification de ces normes d'évaluation sémiotique des virtualités interactives de ces séquences, constituent l'objectif fondamental de ce troisième axe.

Quatrième axe : Rôle des variables didactiques spatiotemporelles dans l'enseignement des mathématiques, théorie et pratique.

Tout objet mathématique choisi, pour une raison ou une autre, comme élément constitutif d'un des programmes de mathématiques pour le primaire, le secondaire collégial ou le secondaire qualifiant, voire pour les premiers cycles universitaires, peut être modélisé par un système de points articulés fonctionnant comme un système dynamique.

Les figures géométriques censées figurer des objets mathématiques sont, en réalité, des sténogrammes de ces systèmes dynamiques. Le déploiement de ces sténogrammes, nécessaire pour retrouver les systèmes qu'ils sténographient, requiert un temps d'enseignement que l'économie des systèmes d'enseignement des mathématiques ne peut supporter si l'on continue à privilégier les médiums classiques, tels que la feuille de papier ou le tableau noir, comme substratum de ce déploiement.

L'avènement des TICE, plus précisément, des logiciels de géométrie dynamique permettent de raccourcir grandement ce temps d'enseignement et, ce faisant, rendent explicites les obstacles didactiques inhérents au recours des pratiques scolaires exclusivement aux médiums classiques en questions.

Dans cet axe, nous montrons que, contrairement au contrat didactique traditionnel basé sur ces médiums, le contrat didactique intégrant les TICE se doit d'associer à tout objet mathématique des variables spatiotemporelles directement utilisables par le professeur comme variables de commande.