



HAL
open science

Enquêter pour questionner le monde : conditions et infrastructures didactiques

Michèle Artaud

► **To cite this version:**

Michèle Artaud. Enquêter pour questionner le monde : conditions et infrastructures didactiques. IVe congrès international sur la TAD, Apr 2013, Toulouse, France. pp. 557-574. hal-01795881

HAL Id: hal-01795881

<https://amu.hal.science/hal-01795881>

Submitted on 18 May 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Enquêter pour questionner le monde : conditions et infrastructures didactiques

Michèle Artaud

EA 4671 ADEF, Université d'Aix-Marseille (IUFM), France

Abstract. We intend to identify some didactic infrastructures that are required in the process of implementing a paradigm of questioning the world, some conditions that the very existence of this type of infrastructures needs; some differences between these conditions and the common requirements of a paradigm of the visit of works. This communication is based on the work done in the frame of the third axis of this congress.

Resumen. Nos proponemos poner de manifiesto ciertas infraestructuras didácticas que se requieren en la construcción de un paradigma del cuestionamiento del mundo, así como ciertas condiciones que la existencia de este tipo de infraestructuras necesita y la diferencia con las que existen en el marco de un paradigma de la visita de las obras. Nos apoyamos en el trabajo desarrollado en el marco del eje 3 del congreso.

Résumé. Il s'agit de mettre en évidence certaines infrastructures didactiques que suppose la mise en œuvre d'un paradigme de questionnement du monde, certaines conditions que l'existence de ce type d'infrastructures nécessite et le contraste avec celles prévalant dans le cadre d'un paradigme de visite des œuvres. Nous nous appuyons sur le travail effectué au congrès dans le cadre de l'axe 3.

IV^e congrès international sur la TAD (Toulouse, 21-26 avril 2013)

Axe 3. *Entre visite des œuvres et questionnement du monde*

Artaud, M. (2017). Enquêter pour questionner le monde : conditions et infrastructures didactiques. Dans G. Cirade et al. (Éds), *Évolutions contemporaines du rapport aux mathématiques et aux autres savoirs à l'école et dans la société* (pp. 557-574). <https://citad4.sciencesconf.org>

Mon intervention fait suite à la conférence de Javier García (2017) : il s'agit de « réagir » à l'apport riche et stimulant qu'il nous a proposé.

Je modéliserai l'enquête comme il en va usuellement en TAD et comme l'a fait J. García par le schéma herbartien $[S(X, Y, Q) \rightarrow M] \hookrightarrow R^\heartsuit$, dans lequel le milieu pour l'étude M peut comprendre des réponses R_i^\diamond à Q , des œuvres O_k nécessaires pour étudier Q auxquelles j'ajouterai, comme l'a introduit Yves Chevallard récemment (Chevallard, 2013), des questions secondaires, Q_j , qui surgissent dans l'étude de la question première Q .

1. Questionner le monde... du développement professionnel professoral : gestes d'enquête

J. García a examiné dans sa conférence une institution de développement professionnel des professeurs, PRIMAS, qui se donne pour objet de promouvoir l'investigation (*Inquiry*) dans l'enseignement des mathématiques et des sciences. L'investigation est considérée comme un type d'enquêtes particulier et la question Q_{primas} à l'étude dans le programme PRIMAS est la suivante : « Comment développer l'équipement praxéologique du professeur pour qu'il puisse occuper sa position dans une pédagogie de l'investigation ? ». J. García regarde les dispositifs d'enquête mis en place par PRIMAS pour examiner la mesure dans laquelle ce programme questionne le monde professionnel.

À la question Q_{primas}^\diamond « Comment enquêter sur le monde professionnel du professeur pour développer son équipement praxéologique ? », PRIMAS propose une réponse en termes de « modèle en spirale » qui est une répétition de cycles « analyse, mise en œuvre, réflexion », que J. García reformule et développe en deux points :

1. Le début du processus, passé sous silence, est l'identification de questions professionnelles « vives » et cruciales, Q_i (j'ajoute que ces questions sont a priori au moins au nombre de sept, puisque sont proposés sept modules de formations que J. García a explicités) ;
2. Analyser les réponses existantes avec certaines œuvres ; *mettre à l'épreuve* d'un milieu didactique scolaire (des classes) les réponses R_i^\diamond et œuvres existantes ou la réponse R^\heartsuit ; *évaluer* les réponses R_i^\diamond et R^\heartsuit en fonction de la question de départ et des résultats de sa confrontation avec le milieu convoqué. (García, 2017, p. 547 ; traduction de M. Artaud)

On a là une première mise au jour de différences avec la notion d'enquête poussée en avant par la TAD que je voudrais souligner : c'est en effet une structuration cyclique en cinq gestes d'enquête, que nous mettons en œuvre depuis plusieurs années (Chevallard, 2004 ; Artaud, 2007) : il s'agit pour enquêter d'observer des réponses, de les analyser, de les évaluer, de les développer pour constituer une réponse R^\heartsuit avant de défendre et diffuser cette réponse R^\heartsuit , les différents gestes pouvant s'entremêler.

Je reprends ci-après le tableau 2 constitué par J. García (2017, p. 550) pour analyser le quatrième module, relatif à la question $Q_{primas4}$ « Comment développer des stratégies de questionnement qui sont efficaces pour la démarche d'investigation ? » en le traduisant en français, en modifiant légèrement la mise en forme et en le complétant. J'ai rassemblé les deux dernières colonnes sous l'égide du milieu pour l'étude, M , et j'ai ajouté dans une troisième colonne, les gestes de l'enquête au sens de la TAD qui y sont réalisés.

Activité de développement professionnel	Milieu pour l'étude M	Gestes de l'enquête
(A) Analyse du type de questions et de leur fonction	Professeurs ; Réponses des professeurs $(R_i^\diamond)_x$ = types de questions qu'ils utilisent et rôle qu'elles jouent ; Groupes ; discussion	Observation et analyse
(B) Questions efficaces pour appuyer l'IBL [<i>inquiry based learning</i>]	Réponses des professeurs $(R_i^\diamond)_x$ = types de questions qui pourraient être efficaces ; Formateur : $(R_i^\diamond)_y$ = cinq principes pour un questionnement effectif ; Groupes ; discussion	Observation, analyse et évaluation
(C) Observation et analyse d'une séance en classe	$(R_i^\diamond)_x$ et $(R_i^\diamond)_y$ sont disponibles Vidéo d'une classe ; Groupes ; discussion	Observation, analyse et évaluation
(D) Conception et mise en œuvre d'une séance en classe	Formateur ; $(R_i^\diamond)_y$ = guide pour élaborer un plan de questions effectives ; La classe du professeur x (mise en œuvre)	Développement des R_i^\diamond pour constituer une R^\heartsuit ; défense et diffusion

(E) Réflexion collective sur la mise en œuvre	Professeurs ; Les réponses antérieures élaborées à nouveau en fonction de la mise en œuvre ; Groupes ; discussion ; Optionnel : vidéos ou cas décrits par les professeurs	Observation, analyse, évaluation, développement
---	---	---

Tableau 1. Étapes du processus d'étude réalisées dans l'investigation et gestes de l'étude.

La première étape, (A), demande aux professeurs de réfléchir aux questions qu'ils posent en classe et à leur fonction : ils ont donc à observer leurs praxéologies de questionnement de façon à donner une réponse R_i^\diamond et à analyser cette réponse. La deuxième étape, (B) demande les mêmes gestes de l'étude auxquels on peut adjoindre l'évaluation des réponses précédentes pour voir si elles favorisent ou non l'investigation – l'évaluation se faisant à l'aune de la réponse apportée par le formateur (R_i^\diamond)_y ; dans la troisième étape, (C), l'observation est réalisée par le biais d'une vidéo d'une séance en classe, qu'il s'agit d'analyser du point de vue des questions posées par la professeure et d'évaluer à nouveau ces questions pour apprécier la mesure dans laquelle elles favorisent ou pas l'investigation. La quatrième étape, (D), devrait voir le développement d'une réponse R^\heartsuit par les participants (préparation d'une séance) et sa défense et sa diffusion par la mise en œuvre en classe. Enfin dans la dernière étape, (E), on observe les R^\heartsuit qui deviennent donc des R_i^\diamond que l'on analyse et que l'on évalue, voire que l'on développe.

L'observation est donc présente, mais non mise en avant par le modèle en spirale PRIMAS et considérée pour l'essentiel comme allant de soi : en particulier, les œuvres qui permettent d'observer un domaine de réalité et leur mise dans le milieu ne sont pas interrogées. Ainsi, les deux premières observations pour recueillir des R_i^\diamond consistent à mettre les professeurs en groupe pour les interroger sur les praxéologies de questionnement qu'ils mettent en œuvre. On suppose donc que le dispositif de mise en groupes permettra, à lui seul, de mettre à disposition de la communauté d'étude formée par les professeurs et le formateur certaines praxéologies professionnelles des professeurs formés, ces praxéologies constituant des (R_i^\diamond)_x : chaque professeur est ainsi supposé savoir s'observer ou pouvoir observer les autres. Par contraste, on aurait pu préparer l'observation : demander par exemple à chaque professeur d'enregistrer une séance en

classe et de faire un compte rendu d'un extrait significatif où il pose des questions aux élèves aurait permis d'avoir des $(R_i^\diamond)_x$ de façon plus objectivable.

Cet ingrédient relatif à l'observation est, de mon point de vue, loin d'être anecdotique en matière de paradigme de questionnement du monde. En effet, on considère souvent comme allant de soi qu'une enquête sur une question Q va « directement » apporter au moins quelques réponses R_i^\diamond ; or cela dépend à la fois du milieu que l'on a réuni pour cela – a-t-on des œuvres qui sont susceptibles de fournir de telles R_i^\diamond ? – mais aussi de la question Q : il pourra en effet être nécessaire de passer par l'étude d'œuvres fournissant des questions secondaires pour lesquelles on pourra réunir des R_i^\diamond – d'où l'intérêt de signaler les questions secondaires parmi les œuvres dans le milieu pour l'étude. Un exemple pour illustrer cette dernière assertion peut être donné à partir de l'enquête que J. García a mené sur la question : « dans quelle mesure PRIMAS questionne-t-il le monde professionnel professoral ? ». Il a dû constituer une réponse à partir d'une analyse, menée dans le cadre de la TAD, de la réponse apportée par PRIMAS à la question secondaire « comment enquêter sur le monde professionnel du professeur pour développer son équipement praxéologique ? ».

Le geste de développement des réponses R_i^\diamond pour constituer R^\heartsuit me paraît appeler également quelques remarques supplémentaires.

Là encore, il n'est pas véritablement mis en avant par le modèle en spirale, qui insiste sur la défense et la diffusion de cette réponse, comme si la constitution d'une réponse R^\heartsuit n'était pas véritablement problématique. Ce fait me semble d'abord corroboré, dans le module étudié, par les indications horaires fournies : « Le module se découpe ainsi : une première session de deux heures ; retour des enseignants en classe et expérimentation de la démarche d'investigation durant une semaine ; une deuxième session d'environ une demi-heure. » La première étape constituée par (A), (B), (C) et le début de (D) se voit donc consacrer deux heures de travail collectif, tandis que la troisième et dernière étape (E) se voit allouer une demi-heure de travail collectif, la deuxième étape étant à la charge de l'étudiant qui a une semaine pour constituer sa réponse R_x^\heartsuit et la mettre en œuvre.

Il est également étayé par un élément qui apparaît très clairement dans l'analyse de J. García synthétisée dans le tableau 1 ci-dessus : le manque

d'œuvres autres que des R_i^\diamond dans le milieu, et notamment d'œuvres issues de savoirs – que ces savoirs soient relatifs à l'enjeu de l'étude de l'enquête sur le savoir professionnel ou à celui de l'enquête scolaire à diriger.

On notera que cela rejoint certains des éléments mis au jour par Maria Otero, Maria de los Angeles Fanaro et Viviana Carolina Llanos (2013) dans une communication orale à ce même congrès traitant de la pédagogie de l'investigation : elles notent en effet que¹ :

... ni les développeurs, ni les évaluateurs des résultats obtenus par les projets basés sur l'*inquiry* ne remarquent explicitement ou ne problématisent les aspects didactiques et transpositifs, bien qu'ils se préoccupent de « la pauvre connaissance conceptuelle obtenue par les élèves ». Cela ne devrait pas surprendre, puisque ni dans les recommandations, ni dans les évaluations des projets d'*inquiry*, le savoir scientifique n'apparaît comme l'une des variables à considérer ; dans un sens fort, on dirait que le savoir semble transparent.

(Otero et al., 2013, p. 13)

J'ajouterai que ce manque d'œuvres autres que des R_i^\diamond dans le milieu conduit au fait que le geste d'évaluation est restreint, notamment parce que les réponses fournies par le formateur font autorité et ne sont pas mises à l'épreuve d'autres œuvres – en d'autres termes, on manque d'une dialectique des médias et des milieux développée et systématique.

2. Questionner le monde... du développement professionnel professoral : moments de l'étude

Ces considérations sur l'absence des œuvres autres que des R_i^\diamond dans le milieu peuvent être appuyées par une modélisation fonctionnelle du processus d'étude en termes de moments didactiques (Chevallard, 1999) – l'enjeu de l'étude auquel ces moments font référence étant relatif à la question Q_{primas4} : « Comment développer des stratégies de questionnement qui sont efficaces pour la démarche d'investigation ? ». Je reproduis ci-après ce que dit le site du projet PRIMAS à propos de l'étude de cette question sous le titre « Caractéristiques » :

Le module se structure ainsi : premièrement, les enseignants réfléchissent à leurs propres habitudes de questionnement, leurs objectifs, leurs forces et

1. J'ai légèrement retouché la formulation en français.

leurs faiblesses telles qu'ils les voient. Deuxièmement, ils se confrontent aux types de questions qui encouragent la démarche d'investigation, aux stratégies qui permettent d'échanger dans une vision d'investigation – par exemple, refuser de trancher, de donner un avis ou un jugement – et qui établissent les principes de base pour la discussion.

Troisièmement et finalement, les enseignants regardent une vidéo d'exemple de leçon et en discutent. Ils reproduisent ensuite ces expériences en classe et en font un compte-rendu. (PRIMAS, 2013b)

En dehors du fait que cela confirme ce que je développais plus haut à propos de la naturalisation de l'observation, cela permet de produire une première modélisation en termes de moments de l'étude, résumée dans la troisième colonne du tableau 2 ci-après : les deux premières colonnes sont, comme précédemment, celles mises en place par J. García dans son tableau 2 (2017, p. 551) augmentées des indications horaires données par le guide du module.

Activité de développement professionnel	Milieu pour l'étude M	Principaux moments de l'étude
(A) Analyse du type de questions et de leur fonction (15 min)	Professeurs ; Réponses des professeurs $(R_i^\diamond)_x$ = types de questions qu'ils utilisent et rôle qu'elles jouent ; Groupes ; discussion	Première rencontre ; Exploratoire ; Technologico-théorique. Institutionnalisation ?
(B) Questions efficaces pour appuyer l'IBL (20 min)	Réponses des professeurs $(R_i^\diamond)_x$ = types de questions qui pourraient être efficaces ; Formateur : $(R_i^\diamond)_y$ = cinq principes pour un questionnement effectif ; Groupes ; discussion	
(C) Observation et analyse d'une séance en classe (30 min + durée de la séance)	$(R_i^\diamond)_x$ et $(R_i^\diamond)_y$ sont disponibles Vidéo d'une classe ; Groupes ; discussion	
(D) Conception et mise en œuvre d'une séance en classe (15 min + séance)	Formateur ; $(R_i^\diamond)_y$ = guide pour élaborer un plan de questions effectives ; La classe du professeur x (mise en œuvre)	

<p>(E) Réflexion collective sur la mise en œuvre (15 min + 20 min)</p>	<p>Professeurs ; Les réponses antérieures élaborées à nouveau en fonction de la mise en œuvre ; Groupes ; discussion ; Optionnel : vidéos ou cas décrits par les professeurs</p>	<p>Évaluation ; Travail.</p>
--	--	------------------------------

Tableau 2. Moments de l'étude dans l'investigation professionnelle.

Si l'on peut être à peu près certain qu'un ou des épisodes des moments de première rencontre, exploratoire et technologico-théorique à propos d'entités praxéologiques relatives à des types de tâches comme « Poser des questions appuyant le travail d'investigation des élèves » ou « Gérer les réponses des élèves aux questions posées par le professeur » auront lieu dans les trois premières étapes, les épisodes de moments de l'étude susceptibles d'être réalisés autour de ces mêmes entités praxéologiques dans les étapes (D) et (E) sont moins aisément identifiables. Le fait que les auteurs du module affirment qu'ils « reproduisent ensuite ces expériences en classe et en font un compte-rendu » amène à penser à un épisode du moment de travail (lié à la reproduction et au compte-rendu), et à un épisode du moment d'évaluation lié au compte rendu et à la discussion qui est supposée avoir lieu (même si on peut douter que le tout puisse être véritablement réalisé en 30 minutes). En revanche, le moment de l'institutionnalisation d'une réponse liée à ces deux types de tâches semble, à peu de choses près, absent.

La considération du guide destiné au formateur (PRIMAS, 2013a) éclaire davantage l'analyse. Elle confirme que les étapes (D) et (E) sont bien censées réaliser un épisode du moment de travail et d'évaluation des entités praxéologiques citées. Du point de vue de l'institutionnalisation, les choses sont moins nettes : le document distribué dans l'étape (B) – les cinq principes pour un questionnement effectif dont les titres sont reproduits ci-après –, et qui permet la réalisation d'un épisode du moment technologico-théorique, peut être considéré comme réalisant également un très bref épisode du moment de l'institutionnalisation. En effet, les cinq principes figurant dans ce document peuvent constituer une référence pour l'analyse de la séance dans l'étape (C). On peut noter que la séance pourrait également

servir à mettre à l'épreuve ces cinq principes mais cela ne me semble pas être prévu par le guide pour le formateur qui donne comme consigne :

Which of the following principles can you see Gwen using in her lesson?
Give examples.

- [1.] Plan to use questions that encourage thinking and reasoning;
- [2.] Ask questions in way that include everyone;
- [3.] Give students time to think;
- [4.] Avoid judging students' responses;
- [5.] Follow up students' responses in way that encourage deeper thinking.

(PRIMAS, 2013a, p. 6)

Dans l'étape (D), qui doit préparer la mise en œuvre dans les classes des participants, deux documents sont susceptibles d'être distribués. Le premier (PRIMAS, 2013a, p. 9), intitulé un plan pour un questionnement effectif, fournit, en une page, sept étapes pour préparer la séance de ce point de vue : il s'agit de préparer comment arranger la salle et les ressources nécessaires ; comment introduire la session de questions, comment établir des règles de base (comme la fameuse « *no hands up* ») ; la première question utilisée ; comment donner du temps de réflexion ; comment et quand intervenir ; les questions à utiliser dans le cours de la séance et à la fin. Le second (PRIMAS, 2013a, p. 9), un exemple de plan de séance sur un problème de partage de coût d'essence, tient en deux pages et six étapes : introduire le problème et donner du temps pour la réflexion individuelle (5 minutes) ; collecter les idées initiales au tableau (5 minutes) ; travail des élèves sur le problème (20 minutes) ; discussion en classe entière sur les approches utilisées (10 minutes) ; les élèves ont un second temps de travail sur le problème (10 minutes) ; la classe entière rend compte des raisonnements (10 minutes). Leur distribution peut constituer un épisode, toujours fort bref, d'un moment d'institutionnalisation.

On voit donc que des éléments mis en évidence par J. García dans son analyse de ce quatrième module peuvent se reformuler en termes de moments de l'étude ainsi : la réalisation des épisodes du moment technologico-théorique prend la forme de l'apport par le formateur dans le milieu d'ingrédients de réponse déjà constitués, (R_i^\diamond) , à partir desquels on mettra à l'épreuve certains $(R_i^\diamond)_x$; seuls deux brefs épisodes du moment d'institutionnalisation sont réalisés par le truchement de la distribution d'au

plus trois documents dont l'un d'entre eux est la réponse $(R_i^\diamond)_y$, évoquée et on peut donc avoir $(R_i^\diamond)_y$ inclus dans R^\heartsuit sans que $(R_i^\diamond)_y$ ait été mise à l'épreuve par une dialectique des médias et des milieux appropriée. Ce que J. García complète ainsi : « Hablamos de “respuestas”, en plural, porque es de esperar que cada profesor elabore una posible respuesta R^\heartsuit , con posibles elementos comunes con otras, pero propia. » (García, 2017, p. 550)

On met ainsi en évidence, de mon point de vue, deux éléments principaux des difficultés que rencontrent la mise en place d'un paradigme de questionnement du monde : la constitution d'un milieu pour l'étude « suffisamment riche » et son exploitation par le biais notamment d'une dialectique des médias et des milieux suffisamment développée pour mener l'enquête ; la réalisation de l'institutionnalisation de la réponse R^\heartsuit que l'enquête a permis de faire émerger. C'est ce deuxième point que je développerai quelque peu ci-après parce qu'il est au cœur de la réalisation du premier dès lors que les réponses R^\heartsuit produites constituent des œuvres qui sont appelées à venir s'intégrer au milieu pour l'étude d'autres questions sur lesquelles mener une enquête.

3. Infrastructures pour questionner le monde... Le moment de l'institutionnalisation

On voit dans ce qui précède combien le moment de l'institutionnalisation, qui met en forme la réponse R^\heartsuit , est peu présent dans les organisations de l'étude proposées. Or la réalisation de ce moment est cruciale dans la mise en forme des organisations de savoir (Artaud 2007 & 2011 ; Ali Tatar et al., 2010) ou, plus largement, dans celle des entités praxéologiques qui constituent la réponse R^\heartsuit comme on l'a vu plus haut dans l'analyse de PRIMAS.

La réalisation d'une enquête demande, en effet, que l'on fasse régulièrement le point sur l'avancée de cette enquête du point de vue de la production de la réponse R^\heartsuit à la question Q pour « garder le cap » et pouvoir relancer l'enquête ; ces mises au point ou ces bilans d'étapes vont constituer un certain nombre de R_j^\heartsuit à des questions Q_j qui sont apparues au cours de l'enquête et qui se sont avérées cruciales pour Q – ou encore que l'on a cru déceler comme étant cruciales un certain temps – et que pour cela je noterai Q_j^c . Je supposerai pour simplifier mon propos que cette question relève d'un

savoir S identifié – en donnant au mot « savoir » toute l’extension possible et usuelle en TAD.

Le fait que l’enquête que l’on va mener sur Q_j^c soit motivée par l’enquête menée sur Q va en conditionner la nature : la mise en forme de la praxéologie R_j^\heartsuit – qui concrétise la réalisation d’un (épisode d’un) moment d’institutionnalisation – a à prendre en charge le fait que cette praxéologie doit venir s’insérer dans la réponse R^\heartsuit .

Je prendrai pour illustrer mon propos l’exemple d’un PER dont une analyse de la réalisation à partir des dialectiques de l’enquête a fait l’objet d’une communication à ce congrès par Verónica Parra, María Rita Otero et María de los Ángeles Fanaro (2013). La question Q qui suscite l’enquête est une question issue de la microéconomie : « Comment déterminer le comportement de l’équilibre du marché d’un bien, connaissant la demande et l’offre de ce bien sur ce marché ? »

Un travail est mené dans la classe, que l’on synthétisera grossièrement ainsi : l’étude de la question Q est limitée à des fonctions d’offre et de demande affines, du type $C_o(p) = dp - c$ et $C_d(p) = -bp + a$ où a , b , c et d sont des nombres réels positifs, fonctions dont on étudie un spécimen par groupe ; le point d’équilibre est déterminé, dans le cas particulier du spécimen et dans le cas général, comme intersection de ces deux fonctions, et on cherche à voir comment varie le point d’équilibre quand les paramètres de l’offre et de la demande (valeurs absolues de l’ordonnée à l’origine et de la pente) sont modifiés et de combien il varie. C’est cette dernière question – cruciale pour apporter réponse à la question initiale – que nous considérerons ici : nous la noterons Q_5^c .

Son étude suscite la convocation dans le milieu – par l’intermédiaire du professeur – d’une œuvre jusque-là inconnue, la dérivation, après que les élèves ont réalisé une étude expérimentale dont la figure 1 fournit un exemple de trace écrite (Parra et al., 2013, p. 16).



Figure 1. Une étude expérimentale de la variation du point d'équilibre.

Les auteures explicitent le fait que l'introduction de la notion de dérivée à l'aide de celle de limite (œuvre qui pouvait venir s'intégrer dans le milieu pour l'étude puisqu'elle avait été enjeu de l'étude dans une classe antérieure) a suscité un « hors-sujet », qui a conduit à « reconstruire partiellement la praxéologie relative à la limite de fonctions » en réponse à des questions posées par les élèves comme « La limite d'une fonction existe-t-elle toujours ? » ou encore « Combien d'indéterminations trouvons-nous ? Comment peuvent-elles se sauver ? » (Parra et al., 2013, p. 17).

Pour le dire autrement, on a antérieurement constitué une réponse R_{Lim}^\heartsuit qui répondait à au moins une question Q_{Lim} ; elle intervient ici comme œuvre O_{Lim} que l'on met dans le milieu pour l'étude et dont on a à faire sortir des éléments utiles pour la constitution d'une réponse R_5^\heartsuit ou que l'on a à compléter pour qu'elle puisse participer à la production de R_5^\heartsuit . C'est ce geste de l'étude, relatif à la dialectique de l'inscription et de l'excription tout comme à la dialectique des médias et des milieux, qui s'avère semble-t-il difficile à mettre en œuvre ici au sein des moments technologico-théorique et de l'institutionnalisation – on notera que ce geste pourrait également intervenir dans la réalisation d'un épisode du moment exploratoire. C'est

ainsi par exemple que les deux questions citées plus haut à propos des limites pourraient être laissées de côté si leurs réponses ne s'avèrent pas utiles pour l'étude poursuivie.

Nous examinerons le point de vue de l'institutionnalisation seulement, en considérant le processus d'étude de la question Q_5^c : comment varie le point d'équilibre quand on modifie les paramètres de l'offre et de la demande (valeurs absolues de l'ordonnée à l'origine et de la pente) et de combien varie-t-il ? On trouvera ci-après un élément d'institutionnalisation dont nos collègues rendent compte, une affiche (voir figure 2) produite par un groupe d'élèves en réponse à une demande du professeur de « réaliser une synthèse de toutes les questions étudiées depuis le premier jour de classe » (Parra et al., 2013, pp. 18-19).

On voit que cette réponse, que je noterai $(R_5^\heartsuit)_x$, comprend la définition de la dérivée en un point et la raison d'être rencontrée dans l'étude, à savoir le fait que la dérivée permet d'étudier la rapidité de changement d'une grandeur en fonction d'une autre ; mais on n'a pas la trace des éléments qui permettent d'accomplir cette étude : on aurait pu par exemple trouver la trace de la manière d'exploiter la dérivée pour obtenir la variation du point d'équilibre en fonction de celle de la pente de la fonction d'offre. On trouve également, comme prévu, des éléments de O_{Lim} , qui ont un rôle théorique ici puisqu'ils permettent de justifier par exemple le fait que la dérivée de $p(b) = \frac{a+c}{b+d}$ est $-\frac{a+c}{(b+d)^2}$; mais on a à la fois davantage que ce qui est nécessaire à la constitution de la réponse (par exemple, la limite en l'infini n'est pas ici pertinente) et pas assez, puisqu'on n'a pas la manière de déterminer la limite de $\frac{\Delta p}{\Delta b}$ pour la fonction $p(b) = \frac{a+c}{b+d}$ (ce qui n'est cependant pas très surprenant compte tenu du rôle théorique joué par la détermination de la limite dans la praxéologie mise en place).

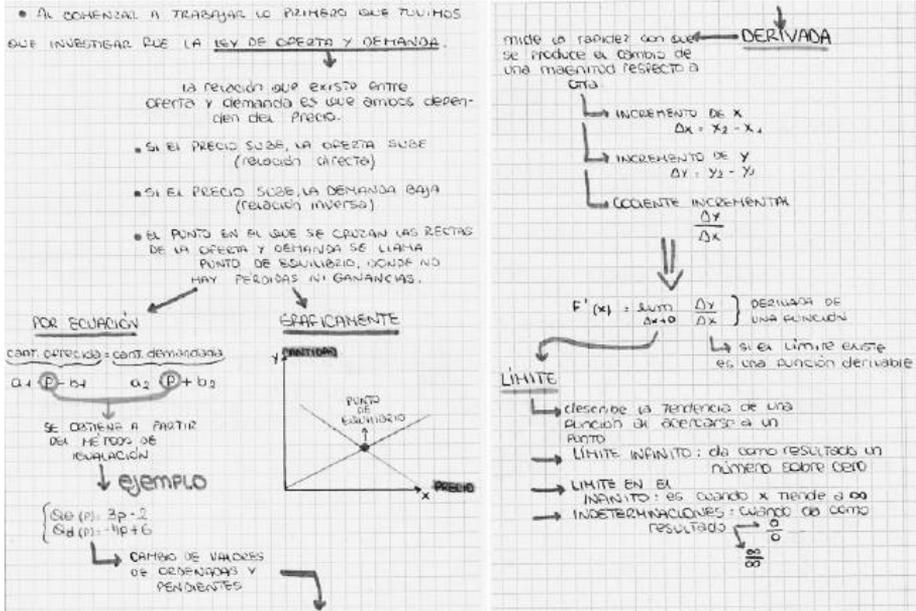


Figure 2. Un élément d’institutionnalisation.

La communication de V. Parra, M. Otero et M.-A. Fanaro ne développe ni la manière dont l’excription/inscription de la dérivation a été réalisée, ni dans quelle mesure la réponse obtenue par cette étude a été mise en forme et insérée dans R_5^v , bien qu’elles notent que « chaque groupe a apporté ses recherches et dans l’ensemble, on a noté dans le tableau chacun des cas élémentaires d’une dérivation, les règles et certaines des propriétés » (Parra et al., 2013, p. 18). On peut cependant penser qu’à partir du moment où la nécessité de la dérivation a été mise en évidence, le paradigme de la visite des œuvres a dû peser sur l’étude effectuée et sa mise en forme.

Imaginons que tel n’ait pas été le cas. En gardant les notations de l’article – $C_o(p) = dp - c$ et $C_d(p) = -bp + a$ où a, b, c et d sont des nombres réels positifs –, le prix d’équilibre p_e (qui est le prix pour lequel l’offre est égale à la demande, soit la solution de $C_o(p) = C_d(p)$) vaut $\frac{a+c}{b+d}$: il est donc une fonction affine des ordonnées à l’origine et une fonction homographique du type $f(x) = \frac{k}{x+m}$ des valeurs absolues des pentes. On devrait donc avoir, dans le chaînage des questions, au moins deux questions supplémentaires : « Comment calculer la dérivée d’une fonction affine ? » et « Comment

calculer la dérivée d'une fonction du type $f(x) = \frac{k}{x+m}$? ». On remarque

bien entendu l'absence de la constitution de la technique qui permet de répondre à la question Q_5^c : ce dernier aspect peut être absent ici en raison de la demande du professeur d'institutionnaliser les questions, mais on notera que la consigne n'a pas suffi à éviter l'institutionnalisation d'une partie de l'environnement technologico-théorique...

Pour avoir davantage de fonctions, il faudrait poursuivre l'étude en changeant le type de fonction d'offre, en considérant par exemple des fonctions du second degré du type $\mathcal{O}(x) = ap^2 + b$ et $\mathcal{D}(x) = -cp^2 + d$. Le prix d'équilibre serait donné, comme solution d'une équation du second degré,

par $p_e = \sqrt{\frac{d-b}{a+c}}$ et on aurait à déterminer la dérivée d'une fonction du type

$\sqrt{x+k}$ ou d'une fonction du type $\frac{k}{\sqrt{x+m}}$. On aurait là un nouvel ingrédient

qu'il faudrait ensuite amalgamer à la réponse déjà mise en forme.

Ce processus d'amalgamation d'un certain nombre de réponses entre elles me semble être rendu spécialement nécessaire par le fait que l'on est dans une institution didactique : un enquêteur occasionnel peut en effet mettre en forme une réponse R^\heartsuit sans trop se préoccuper de la mise en forme des réponses aux questions secondaires et de leur éventuelle possibilité d'amalgamation ; mais un enquêteur professionnel se verra pénaliser s'il laisse de côté des morceaux de réponses qui lui seraient utiles plus tard, ou s'il n'amalgame pas suffisamment ses réponses – notamment du point de vue du temps d'horloge dépensé.

On a là donc une praxéologie didactique relative au type de tâches « Réaliser le moment de l'institutionnalisation » dans lequel le partage topogénétique entre le ou les directeurs d'étude et les étudiants est particulièrement sensible, et sur laquelle pèsent en outre davantage que dans un moment exploratoire, par exemple, les conditions du paradigme de la visite des œuvres. En d'autres termes, il y a une frontière fragile à dessiner pour institutionnaliser suffisamment mais pas trop si l'on veut créer des conditions pour que l'institutionnalisation puisse échapper à l'influence du paradigme de la visite des œuvres...

4. Le paradigme du questionnement du monde... Conditions, contraintes et infrastructures

Je soumettrai au débat, pour terminer, quelques éléments qui me semblent avoir émergé du travail présenté.

Pour juger la mesure dans laquelle une enquête donnée relève du questionnement du monde, J. García a principalement identifié les éléments du milieu pour l'étude. Pour importants qu'ils soient, ces éléments me semblent devoir être complétés par l'analyse des moments de l'étude, celle des gestes de l'étude et celle des dialectiques. La problématisation ou la non problématisation du geste d'observation, la façon dont la dialectique des médias et des milieux est réalisée, la façon dont les moments sont réalisés sont autant d'indicateurs, dont la liste n'est bien entendu pas exhaustive, de la présence ou de l'absence d'un questionnement du monde « authentique ».

Si l'on adopte ce point de vue pour analyser une enquête, il me paraît que l'analyse de la réalisation des moments de l'étude doit être première : c'est elle qui donne les fonctions didactiques des étapes de l'enquête et permet de mettre au jour les praxéologies de savoir qui émergent de l'enquête ; les gestes de l'étude, les dialectiques, la constitution du milieu pour l'étude, le *topos* respectif du directeur d'étude et de l'étudiant, etc. permettent d'analyser la façon dont les moments de l'étude sont accomplis, et donc s'inscrivent dans la technique de réalisation de ces moments.

Dans cette analyse, la réalisation du moment de l'institutionnalisation me semble une dimension à considérer avec un intérêt particulier dans une institution didactique. Nous avons vu qu'il permet de mettre en forme une réponse R^\heartsuit , qui aura probablement à s'insérer dans le milieu pour une enquête future, voire pour celle en cours. La mise en forme de l'organisation praxéologique qui a émergé de l'enquête n'est alors pas neutre, d'autant que la réalisation de ce moment semble particulièrement sensible au partage topogénétique et aux conditions de la visite des œuvres. En particulier, si dans le paradigme de la visite des œuvres la décontextualisation est à son acmé, dans celui du questionnement du monde il convient notamment de garder une trace des raisons d'être de l'œuvre étudiée.

L'étude des conditions sous lesquelles la motivation propre au paradigme du questionnement du monde peut exister dans le moment de l'institutionnalisation, comme celle des praxéologies de mise en forme qui

sont produites ou qui pourraient l'être alors, me paraît une source d'avancées dans les recherches sur les PER notamment.

L'examen de ces différentes dimensions mettra en lumière les questions posées à partir de la question principale objet de l'enquête et dont certaines seront cruciales : le réseau de questions cruciales manifeste le cheminement de l'étude et toutes les questions du réseau n'ont pas à être conservées en tant que telles dans la praxéologie de savoir institutionnalisée R^\heartsuit ; certaines en effet sont relatives à la réalisation des moments de l'étude et c'est la réponse qui leur est apportée, ou une partie de celle-ci, qui trouvera éventuellement une place adaptée dans la réponse R^\heartsuit . La gestion de plusieurs processus d'étude simultanés, en quelque sorte emboîtés, ou du moins qui ne se succèdent pas linéairement, nécessite d'articuler la chronogenèse de chacun et c'est la question objet de l'enquête initiale, comme les nécessités de son étude, qui doivent guider cette articulation pour faire vivre le paradigme du questionnement du monde : la considération du moment de l'institutionnalisation me paraît, à cet égard, particulièrement révélateur.

Références

- Ali Tatar, M.-L., Artaud, M. & Sahraoui, L. (2010). Modélisation et mise en place d'organisations mathématiques mixtes. Dans A. Bronner et al. (Éds), *Diffuser les mathématiques (et les autres savoirs) comme outils de connaissance et d'action* (pp. 677-696). Montpellier : IUFM.
- Artaud, M. (2007). La TAD comme théorie pour la formation des professeurs. Structures et fonctions. Dans L. Ruiz-Higueras, A. Estepa & F. J. García (Éds), *Sociedad, escuela y matemáticas. Aportaciones de la teoría antropológica de lo didáctico (TAD)* (pp. 241-259). Jaén, Espagne : Publicaciones de la Universidad de Jaén.
- Artaud, M. (2011). Les moments de l'étude : un point d'arrêt de la diffusion ? Dans M. Bosch et al. (Éds), *Un panorama de la TAD* (pp. 141-162). Barcelone, Espagne : CRM.
- Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 19(2), 221-266.

Chevallard, Y. (2004, mai). *Vers une didactique de la codisciplinarité. Notes sur une nouvelle épistémologie scolaire.*

http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id_article=45

Chevallard, Y. (2013). *Journal du séminaire TAD/IDD 2012-2013. Séances 1 et 2.*

http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id_article=212&var_recherche=tad%2Fidd

García, F. J. (2017). Modificación de las praxeologías didácticas del profesorado: un programa de desarrollo profesional en torno al aprendizaje por investigación. Dans G. Cirade et al. (Éds), *Évolutions contemporaines du rapport aux mathématiques et aux autres savoirs à l'école et dans la société* (pp. 529-556). <https://citad4.sciencesconf.org>

Otero, M., Llanos, V. C. & Fanaro, M.-L. (2013, avril). *La pédagogie de l'enquête et l'inquiry : une analyse depuis l'enseignement des mathématiques et de la physique.* Communication présentée au 4^e congrès international sur la théorie anthropologique du didactique (TAD), Toulouse.

https://www.researchgate.net/publication/235993070_La_pedagogie_de_l%27enquete_et_l%27inquiry_une_analyse_depuis_l%27enseignement_des_mathematiques_et_de_la_physique

Parra, V., Otero, M. & Fanaro, M.-L. (2013, avril). *Comment fonctionnent les dialectiques dans un parcours d'étude et de recherche autour d'un système économique.* Communication présentée au 4^e congrès international sur la théorie anthropologique du didactique (TAD), Toulouse.

https://www.researchgate.net/publication/236003195_Comment_fonctionnent_les_dialectiques_dans_l%27implementation_d%27un_parcours_d%27etude_et_de_recherche_autour_d%27un_systeme_economique

PRIMAS. (2013a). *Asking questions that encourage inquiry-based learning.*

<http://www.primas-project.eu/servlet/supportBinaryFiles?referenceId=2&supportId=1362>

PRIMAS. (2013b). *Module 4 de développement professionnel : Poser des questions suscitant la réflexion.*

<http://www.primas-project.eu/artikel/fr/1362/module-4-dp-poser-des-questions-suscitant-la-rflexion/view.do?lang=fr>