

## Modéliser les changements d'état de la matière

*La continuité dans la  
dialectique ancien-nouveau au  
cœur de la transposition en  
Suisse Romande*

Laurence Marty <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>

Patrice Venturini <sup>(2)</sup>

Florence Ligozat <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> GREDIC, FAPSE, Université de Genève

<sup>(2)</sup> UMR-EFTS Université de Toulouse 2

En Suisse Romande, l'enseignement des propriétés de la matière, en filiation avec certains courants de recherche francophones, s'affiche sous la forme d'une succession d'activités de structure similaire : présentation du modèle primitif – introduction d'un phénomène – application/enrichissement du modèle primitif afin d'expliquer le phénomène et/ou de prédire son évolution – introduction d'un nouveau phénomène – etc. Dans ces conditions, nous nous interrogeons sur la nature des significations produites par les élèves et sur le mode de gestion de ces significations par l'enseignant. Les résultats tendent à montrer que la référence déjà-partagée est d'une grande importance dans l'avancée de savoirs car elle permet, d'une part, de contraindre les possibles des significations produits par les élèves et d'autre part, de fournir des arguments de négociation de ces significations par l'enseignante.

### Mots-clés

Didactique de la physique, didactique comparée, propriétés de la matière, transposition, référence partagée.

*The teaching of physical change  
in Western-Switzerland*

*Building a shared reference  
through joint action between the  
teacher and the students*

### Abstract

*In Western-Switzerland, the teaching of properties of matter is focused on models and modelization competencies. In these conditions, we wonder about the nature of the meanings produced by the pupils and about the management of these meanings by the teacher. The results shows that the already-taught knowledge (the shared reference) is of great importance because it allows, on one hand, to constrain the possible meanings produced by the pupils and on the other hand, to provide arguments for the teacher to negotiate these meanings.*

***Key-words***

*Science education, comparative didactics, properties of matter, transposition.*

## INTRODUCTION : L'ENSEIGNEMENT DE LA PHYSIQUE EN SUISSE ROMANDE AU SECONDAIRE I

Au secondaire inférieur, en physique, la majeure partie des attentes fondamentales présentes dans le PER (plan d'études romand : équivalent des programmes) concerne la modélisation : l'élève doit être capable de construire, d'enrichir ou d'utiliser des modèles scientifiques pour expliquer et prévoir des faits du monde empirique.

Dans les moyens d'enseignement, qui accompagnent le PER en fournissant des suggestions d'articulation de situations didactiques, l'actualisation des visées de modélisation du PER s'effectue en deux temps : pour chaque thématique d'enseignement, il s'agit d'abord d'introduire aux élèves une modélisation primitive, et ensuite de soumettre à leur sagacité une succession de phénomènes interprétables ou prédictibles à l'aide de la modélisation primitive (ou de l'une de ses versions enrichies).

### Les propriétés de la matière dans le PER et les moyens d'enseignement

Au sujet des propriétés de la matière, le PER affirme que l'élève est censé « savoir utiliser un modèle moléculaire pour interpréter ou prévoir l'évolution de [certains] phénomènes physiques ». La séquence proposée par les moyens d'enseignement actualise ces objectifs en proposant rapidement « le premier niveau de formulation du modèle moléculaire de la matière » (p.10) : « La matière est représentée par un ensemble de petits grains, appelés molécules, qui ne se déforment pas et possèdent une masse ». La séquence déploie ensuite une large palette de phénomènes (diffusion, conduction thermique, dilatation thermique, changements d'état) qui amène progressivement les élèves à appliquer ou affiner le modèle moléculaire initial.

Il est possible de percevoir dans les partis-pris de cette séquence une filiation avec un certain courant de la littérature des sciences francophone, qui propose, dès la fin des années 1980, l'étude séquentielle de « modèles particuliers » dans l'enseignement des sciences (Chomat & al., 1988; Séré, 1992 ; Méheut, 1996).

L'originalité de la transposition des propriétés de la matière en Suisse Romande provient donc de sa proximité avec certains courants de recherche et de production d'ingénieries francophones en didactique de la physique. Il est alors possible de s'interroger : quelles pratiques d'enseignement et d'apprentissage cette forme de transposition produit-elle ? Quelles sont les voies d'accès des élèves aux savoirs dans les conditions du didactique ordinaire ?

## CADRES THEORIQUES

Pour déterminer plus précisément l'angle de questionnement de cette problématique, nous nous appuyerons sur l'agencement de deux cadres théoriques qui nous permettent de saisir les modalités de co-construction des savoirs dans les institutions scolaires, tout en prenant en compte la spécificité épistémologique des objets de savoirs propres aux sciences physiques.

D'une part, l'étude des formes de l'action conjointe dans la classe s'opère essentiellement à l'aide du jeu de descripteurs formé par le triplet de genèses (mesogenèse, topogenèse, chronogenèse), qui retrace la dynamique de construction d'une référence partagée à partir des significations élaborées par les acteurs de la relation didactique (Schubauer-Leoni et al., 2007 ; Ligozat & Leutenegger, 2008).

D'autre part, la théorie des deux mondes (Tiberghien, 1994), permet de catégoriser les objets mesogénétiques qui apparaissent au fil des interactions sociales de la classe : ainsi, il apparaît des significations qui relèvent des théories et des modèles, des significations qui relèvent des observables (objets et évènements) et d'autres encore, qui portent sur les liens entre ces deux mondes. Dans chacun des cas, une signification produite à un instant donné témoigne soit de l'usage familier des termes qui la composent soit de leur usage scientifique.

## CONTEXTUALISATION ET QUESTIONS DE RECHERCHES

Nous nous interrogeons sur l'intérêt et les conséquences d'un enseignement de la physique qui s'affiche sous la forme d'une succession d'activités de structure similaire : présentation du modèle primitif – introduction d'un phénomène – application/enrichissement du modèle primitif afin d'expliquer le phénomène et/ou de prédire son évolution – introduction d'un nouveau phénomène – application/enrichissement du modèle qui a déjà été complété à l'étape précédente– etc. Pour cela, nous faisons le choix d'analyser la dynamique d'avancée des savoirs lors de la synthèse collective d'une activité qui se situe en toute fin de la séquence des propriétés de la matière. A ce stade, les élèves ont leur disposition un modèle moléculaire issu de plusieurs couches d'affinements successifs ainsi qu'une palette étendue d'exemples d'application de ce modèle à divers phénomènes simples (diffusion, conduction et dilatation thermiques, ébullition, etc.), le tout constituant la référence déjà-partagée.

Nous chercherons à répondre aux questions suivantes. Lors du moment de synthèse collective qui clôt l'activité :

- quelle est la nature des significations produites par les élèves ? Comment l'enseignante gère-t-elle ces significations afin de faire avancer le savoir ?

- Quel est l'espace de négociation de l'enseignante face aux significations des élèves ? Comment la référence déjà-partagée intervient-elle dans cet espace ?
- Au final, que révèle la logique de l'avancée des savoirs sur les potentialités et les limites de la transposition des propriétés de la matière en Suisse Romande ?

## METHODOLOGIE

L'activité analysée se déroule dans une classe de 10 élèves de 11<sup>ème</sup> LS (littéraire & scientifique) située dans le canton de Genève. Après avoir fait constater l'évaporation d'une goutte d'eau et d'alcool, l'enseignante demande aux élèves de proposer un mécanisme du phénomène d'évaporation qui fait intervenir une description moléculaire (par application et/ou enrichissement de modèles précédents).

Notre projet laisse en suspens toute approche prescriptive pour se situer dans une démarche clinique de l'observation du didactique ordinaire, telle que développée par Leutenegger (2009).

Le corpus recueilli est constitué des enregistrements vidéo de l'activité prise dans le contexte de deux séances (2 x 1h30) ainsi que des entretiens avec l'enseignante organisés afin d'avoir des informations sur son projet d'enseignement et son analyse du déroulement des séances observées. Une réduction des données a été effectuée sous la forme d'une retranscription des vidéos puis d'une mise en forme de synopsis détaillés. Ceux-ci articulent les grands enjeux de la séquence avec les types de tâche, les phases d'action et les objets mésogénétiques institutionnalisés : ils permettent de démontrer sa structuration sous forme de « boucles », typique de la séquence considérée. La recherche se fonde sur la mise en relation des synopsis avec l'analyse de l'extrait de la synthèse collective menée à l'échelle d'une dizaine de minutes à l'aide du triplet de genèses.

## PREMIERS RESULTATS

Les significations construites par les élèves sont prises dans un faisceau resseré d'objets similaires : le comportement des molécules des substances en présence (eau, air) en constitue le ressort central. Les habitudes instaurées dans la classe permettent aux éléments de la référence déjà-partagée d'exercer un contrôle sur la nature des nouvelles significations produites par les élèves. D'autre part, même si les propositions des élèves ne sont pas retenues dans l'institutionnalisation de l'activité, elle partage avec celle-ci des traits significatifs. Quant aux techniques de gestion des

propositions par l'enseignante, elles recourent également à des éléments de la référence partagée, qui fournissent des points d'appui majeurs pour asseoir ou contredire les significations construites par les élèves.

En conclusion, cette activité capitalise de deux manières sur la référence déjà-partagée dans la classe : celle-ci permet, d'une part, de contraindre les possibles des significations produits par les élèves et d'autre part, de fournir des arguments de négociation de ces significations par l'enseignante. Nous discuterons de la généralisabilité de ces conclusions en lien avec les caractéristiques de la séquence d'enseignement des propriétés de la matière.

## BIBLIOGRAPHIE

- Bochet, J., Colongo, C., Jordan, D., Grundisch, A., Robardet G. (2010). La matière et ses transformations. Progression. *Moyens d'enseignements du canton de Genève*.
- Chomat, A., Larcher, C., & Meheut, M. (1988). Modèle particulière et activités de modélisation en classe de quatrième. *Aster*, 7, 143-184.
- Leutenegger F. (2009) Le temps d'instruire. Approche clinique et expérimentale du didactique ordinaire en mathématiques. Bruxelles : Peter Lang.
- Ligozat, F. & Leutenegger, F. (2008). Construction de la référence et milieux différentiels dans l'action conjointe du professeur et des élèves. Le cas d'un problème d'agrandissement de distances. *Recherches en didactique des mathématiques*, 28(3), 319-378.
- Méheut M. (1996). Enseignement d'un modèle particulière cinétique de gaz au collège. *Didaskalia*, 8, 7-32.
- Plan d'Etudes Romand (PER), Phénomènes naturels et techniques, cycle 3, CDIP. Consulté le 18 octobre 2017 à <http://www.plandetudes.ch/web/guest/sciences-de-la-nature>
- Schubauer-Leoni, M.-L., Leutenegger, F., Ligozat, F., Fluckiger, A. (2007). Un modèle de l'action conjointe professeur-élèves: les phénomènes didactiques qu'il peut/doit traiter. In G. Sensevy, & A. Mercier (Eds.), *Agir ensemble. L'action didactique conjointe du professeur et des élèves* (pp. 51-91). Presses Universitaires de Rennes.
- Séré, M.-G. (1992). Guider le raisonnement d'élèves de collège avec des modèles particuliers de la matière. *Aster*, 14, 77-102.
- Tiberghien A. (1994). Modelling as a basis for analyzing teaching-learning situations. *Learning and instruction*, 4(1), 71-87.

