Enseigner la physique dans le monde moderne
Ce que nous apprend la théorie du récit

FRITZ KUBLI
Baülistrasse 26, CH-8049, Zürich

ABSTRACT. Teachers make use of stories in their teaching, even if they are not aware of it. Narrative theory has developed conceptual instruments which are helpful in analysing the teaching process, such as the concepts of authoring, of addressivity and answerability, of intertextuality or of the voices noticeable in a text, etc. These notions, mainly developed by the Russian linguist Mikhail Bakhtin (1895-1975) with regard to literature, can be used to improve science teaching as well, if they are connected to the epistemology of his compatriot L. S. Vygotsky (1896-1934), who was an excellent psychologist with long-lasting influence on the development of this discipline.

1 L'homme cultivé du 21e siècle – à quel point sera-t-il défini par ses connaissances en sciences naturelles?

Après plus de trente ans de service dans l'enseignement de la physique au niveau du lycée, on est incliné à prendre une position réaliste vis-à-vis de cette question. L'école a changé pendant ce temps, est il est clair qu'elle changera encore dans les années à venir. L'ancien canon va être remplacé par une variété de sujets à choisir, la diversification du savoir laissant une liberté à chaque élève de créer son curriculum individuel – liberté qui était presque inimaginable dans l'éducation de notre génération. Les sciences naturelles, si elles veulent encore jouer un rôle dans l'univers intellectuel de l'homme cultivé (et de la femme cultivée, bien sûr!) sont appelées à sonder le marché (idée horrible à tous ceux qui croient encore en la valeur bien définie des connaissances scientifiques) et à présenter leur produit dans des cadres acceptables par les consommateurs. Car ce seront les consommateurs qui décideront, et qui décideront selon des critères pragmatiques et souvent utilitaristes. Les représentants des disciplines scientifiques dans le système scolaire seront exposés à la concurrence d'un savoir qui semble garantir d'être convertible en revenus monétaires réels et calculables.

Quelles sont donc les attitudes de nos clients vis-à-vis des sciences naturelles? Ils n'y sont pas hostiles de prime abord, mais montrent plutôt une indifférence qui est souvent la suite d'un manque de connaissances de ce en quoi cette pensée consiste. Les enseignants sont donc invités à attiser une flamme qui menace de s'éteindre si l'oxygène n'est pas amené en quantité suffisante. Reste à savoir sous quelle forme cette nourriture peut être délivrée d'une manière efficace et professionnelle, et quelles connaissances sont utiles ou même indispensables pour tous ceux qui sont désignés à se vouer à la tâche difficile de montrer le charme de cette manière de penser, et de faire naître la satisfaction profonde qu'elle peut donner aux étudiants qui ont vaincu leur réticence initiale. Car sans être professionnels, les enseignants risquent de perdre leur clientèle, au détriment d'une éducation qui mériterait encore d'être appelée générale. Ceci implique que l'instituteur de l'avenir devra non seulement disposer de connaissances dans la discipline qu'il enseigne, mais aussi dans les techniques de communication efficace (ce qu'on appelait dans le temps les art libres).

2 La psychologie moderne – aidera-t-elle les enseignants en sciences naturelles à accomplir leur devoir?

Le monde est en train de changer dans toutes les domaines, y compris les sciences de l'homme. La psychologie moderne a acquis une base empirique pour soutenir ses théories, et elle a non seulement pris contact avec des disciplines voisines, mais a tiré des conséquences fructueuses de ces rencontres. Les enseignants des sciences naturelles peuvent profiter de ces résultats à plusieurs égards – et espérons que ceci sera le cas aussi pour les étudiants!

La psychologie a subi un changement de paradigme qui influence la conception moderne de l'enseignement. Il s'agit de la mise en évidence du fait que les étudiants sont forcés de *construire* leur savoir, bien qu'ils soient guidés dans leur construction par les exposés de leurs maîtres. Le constructivisme s'est installé non seulement en philosophie – où il a été enraciné par les idées de Kant – mais aussi dans la psychologie de la connaissance, où un des grands mentors de ces idées a enrichi la culture française, le psychologue du développement Jean Piaget qui a basé ses idées sur des observations du développement de la pensée enfantine.

Piaget a intégré l'étude des processus d'apprentissage dans une théorie générale du développement. Il a montré, d'une part, que l'enseignement fructueux nécessite du côté des enseignés l'acquisition de moyens de compréhension qui sont étroitement liés a une certaine étape du développement

intellectuel. On ne peut pas enseigner un sujet sans vérifier si les conditions nécessaires à sa compréhension sont déjà disponibles. Et il a montré, d'autre part, que l'apprentissage, même si ces facultés sont acquises, nécessite un processus de construction qui est déterminé par l'activité de l'enseigné. L'enseignement est fructueux si l'enseignant arrive à inciter une action *réciproque* avec la pensée de l'élève.

La psychologie moderne a également étudié ces processus de construction dans le domaine des sciences naturelles. Les idées spontanées des élèves ou étudiants ont été explorées et enregistrées (voir la bibliographie de Pfundt & Duit 1994), et l'on connaît aujourd'hui les erreurs qui sont engendrées quand les enseignés suivent leurs idées spontanées. Si les concepts enseignés sont en contradiction avec les idées spontanées, et si ces divergences ne sont pas discutées et éliminées, les élèves éprouvent une certaine frustration qui peut inciter même un désintéressement total. Il est donc nécessaire que les enseignants connaissent les cheminements de la pensée spontanée des étudiants. Assez souvent, l'histoire des sciences nous indique que les grands penseurs ont suivi des voies pareilles qui ont mené dans les mêmes impasses (Galilée est d'une sincérité rafraîchissante à ce point de vue). La connaissance des déviations et des détours des enseignés et de l'histoire des sciences aide donc à donner des cours vivants qui trouvent la résonance nécessaire.

Mais cette connaissance est-elle aussi une condition suffisante pour un enseignement fructueux? Le doute est permis, comme la réalité le montre bien.

3 La contribution russe à l'entendement des processus d'enseignement

Le mouvement du constructivisme épistémologique qui a été discuté jusqu'ici a trouvé une correction et un complément important de la part de deux auteurs russes, surtout par le philosophe du langage Mikhail Bakhtin et son compatriote L. S. Vygotsky. Les œuvres des deux savants ont subi le même destin : interdites au temps du stalinisme, elles n'ont été découvertes que vers les années soixante et ont alors provoqué un immense intérêt, pour ne pas dire déclenché un boum extraordinaire. Les pionniers de cette redécouverte et les disciples les plus éminents appartiennent, à part des savants russes, à la culture anglo-américaine, ce qui explique que la bibliographie se rapporte surtout à des traductions anglaises.

Le psychologue Vygotsky a été inspiré par les deux premières œuvres de Jean Piaget. Sa contribution à la discussion générale est, entre autres, celle d'avoir montré l'importance de l'appui du langage interne dans la résolution de problèmes qui nécessite de l'intelligence. Plus détaillé que Piaget, et plus précis que lui, il a montré la filiation de l'intelligence individuelle avec

l'intelligence de l'entourage social. La pédagogie moderne a emprunté de lui la conception de l'échafaudage (scaffold), c'est-à-dire de l'appui des démarches spontanées de l'enseigné par les commentaires de l'enseignant qui peuvent être utilisées par lui. Scaffolding est devenue la méthode qui inspire les experts de la didactique – une inspiration légitime et fructueuse si elle est précisée.

Cette précision a été donnée par les instruments conceptuels développés par Mikhail Bakhtin. Contrairement à Vygotsky, qui est mort de tuberculose en 1934, Bakhtin a survécu à la terreur stalinienne, même s'il a été condamné et exilé, et a pu reprendre son activité universitaire jusqu'à sa mort en 1975. Il a enrichi notre conception épistémologique par une analyse détaillée du processus narratif, surtout par une analyse du roman et des techniques artistiques des grands romanciers du 19e siècle. Quelques-unes de ces idées et notions, qui sont devenues classiques, seront discutées plus tard en relation avec l'analyse de l'enseignement des sciences naturelles.

4 Les procédés narratifs dans les sciences naturelles et dans l'enseignement

Avant de passer à l'enseignement, il est nécessaire de souligner le fait que les narrations ont une place incontestable dans la communication scientifique. Les grandes académies ont été fondées, on le sait, pour systématiser l'expérience scientifique qui est, avant d'être codifiée, une expérience individuelle. La narration de cette expérience est une étape indispensable pour être reconnue. Le beau livre de Shapin & Shaffer, par exemple, appelle l'attention sur la finesse que Robert Boyle consacrait à la description de ses expériences. Il entrait dans ses livres en discussion avec ses lecteurs qu'il considérait comme ses «témoins virtuels». Il tenait à décrire ses expériences avec une précision qui ne permettait pas le moindre doute sur ce qui s'était passé, prenant ainsi son lecteur très au sérieux.

La science n'est pas possible sans la volonté de communiquer ses propres expériences aux autres et sans la volonté de comprendre et d'assimiler les expériences d'autrui. L'examen d'un manuel de physique ou de chimie nous montre à quel point la science est accumulation d'expériences – qui sont nécessairement les expériences d'autrui – racontées sous une forme qui nous permet d'en profiter. La théorie du récit est donc applicable aux procédés élémentaires de communications scientifiques.

Si l'on examine maintenant l'enseignement des sciences naturelles, on remarque vite qu'il englobe deux tendances importantes. D'une part, il fait

renaître les expériences des grands savants, souvent dans une forme quasi originale. D'autre part il introduit et justifie le langage officiel, engendré par la communauté scientifique. Il développe ainsi le système conceptuel qui est à la base de tout conception valable. Ces deux tendances peuvent être éclairées par l'analyse des procédés narratifs.

Ceci devrait être suffisant pour reconnaître l'importance d'une théorie des procédés narratifs dans l'enseignement des sciences naturelles. Il vaut la peine d'étudier les circonstances dans laquelle elle devient fructueuse. La narration nous permet d'objectiver notre expérience, de l'organiser et de la comprendre dans un système communicable. Elle est l'instrument pour en prendre conscience. Si l'étudiant est capable de donner un résumé correct de ces expériences, il a vraiment compris de quoi il s'agit.

Un dernier argument pour étudier le processus narratif est la simple observation que l'attention des élèves augmente quand ils se rendent compte que l'enseignant va raconter une histoire. Les collègues qui rencontrent le plus de succès sont ceux qui sont des narrateurs doués. L'information qui est organisée dans une histoire est plus accessible à l'entendement et à la conservation dans la mémoire. En racontant des anecdotes bien choisies, nous diffusons une certaine familiarité avec l'esprit scientifique. Celui-ci n'est pas seulement un procédé pour arriver à des conclusions correctes, bien au plus, c'est une manière de voir le monde.

5 La contribution de la théorie du récit à l'enseignement scientifique

La théorie du processus narratif a évolué surtout dans la deuxième moitié du 20e siècle. Jean-Michel Adam, Wayne Booth, Seymour Chatman, Frank Kermode, Robert Alter et Meir Sternberg sont quelques savants éminents qui ont travaillé dans ce domaine. Mikhail Bakhtin fut le précurseur de cette évolution qui resta longtemps dans l'ombre de l'histoire. Et il prêtait généreusement ses idées à d'autres, par exemple à V. Voloshinov, à tel point qu'on peut se demander si les livres de celui-ci n'étaient pas rédigés par Bakhtin lui-même. Ceci permet de discuter quelques idées de sa théorie du récit sans distinguer soigneusement leur origine exacte. On les trouvera plus ou moins précisées dans les écrits de Bakhtin, bien qu'elles aient été formulées ensuite par d'autres, indépendamment de lui. L'essentiel est le service que ces idées peuvent rendre à l'enseignement des sciences.

Certes, on peut se demander si la théorie du récit est le meilleur instrument pour discuter de cet enseignement. La parallèle entre la communication par un texte écrit et l'enseignement est néanmoins évidente. Dans les deux cas, existe d'une part l'auteur de la communication, les mots et les circons-

tances qui forment l'ensemble du texte, et d'autre part le lecteur ou le public à qui il doit être adressé. Dans le cas du texte écrit, les moyens d'analyse ont été développés par la théorie du récit : analyses qui peuvent être transposées à la communication orale, mais aussi et surtout à l'enseignement des sciences naturelles.

6 Auteur impliqué et lecteur impliqué dans l'enseignement

La théorie du récit analyse le texte sans considérer l'auteur actuel. Elle trouve cependant un auteur impliqué dans le texte qui peut être reconstruit par une analyse intellectuelle. L'auteur impliqué est un élément qui doit être discerné pour comprendre le texte. Ceci est vrai aussi pour l'autre élément dissimulé dans le texte, qui est le lecteur impliqué. Ces deux éléments doivent être distingués pour la compréhension du texte.

Un exemple pour illustrer la situation est donné par le mini-texte suivant: «La résistance spécifique de fer est 10^{-7} Ohm-mètre». Cette énoncé peut être tiré d'un tableau accessible aux étudiants et doit être interprété par eux pour en trouver la signification. Le lecteur cherchera d'abord à deviner de quoi il s'agit, à savoir quel auteur pourrait informer quelle personne par le message indiqué. Evidemment, le destinataire ne pourrait pas être n'importe quelle personne. Le lecteur impliqué doit avoir quelques connaissances en physique pour comprendre les mots «résistance», «fer», «Ohm» et interpréter le terme «spécifique». De même, l'auteur impliqué dispose manifestement de ces connaissances et semble avoir accès à des informations particulières qui lui permettent d'assurer la vérité de l'énoncé et de prendre la responsabilité des conséquences éventuelles de la publication de cette phrase. Il s'adresse manifestement à nous avec une certaine autorité qui ne peut guère être mise en doute.

Si nous transposons cette simple remarque à la situation scolaire, nous trouvons les mêmes éléments d'analyse dans la compréhension des élèves. A qui s'adresse la parole de l'enseignant ? A quelqu'un avec qui les élèves peuvent s'identifier ou non ? Et avec quelle autorité s'adresse-t-on à eux ? Peut-on discerner un auteur qui serait impliqué dans les mots de l'enseignant et quel rôle joue-t-il, quelle position occupe-t-il dans le cosmos intellectuel de la société ? Ces questions sont décisives pour l'attention accordée au discours. Mais, bien sûr, l'autorité de l'auteur invoqué n'est pas a confondre avec celle de l'enseignant, bien qu'il existent des liens étroits entre les deux.

7 Adressivité et agressivité dans l'enseignement

Bakhtin a forgé l'expression «adressivité» pour caractériser la tendance implicite d'un texte à atteindre son publique. Un discours qui ne s'adresse à personne ne sera écouté par personne.

La pratique scolaire montre que l'attention des enseignés est étroitement liée à la faculté de l'enseignant à s'adresser au public, ce qui suppose une connaissance des capacités intellectuelles et des intérêts des interlocuteurs. « Adresser » quelqu'un dans le sens indiqué plus haut est, d'autre part, un acte d'intrusion dans la vie des autres. Adressivité et agressivité sont deux mots qui ne se ressemblent pas que phonétiquement. S'adresser à quelqu'un implique la volonté de rencontrer son attention et de demander la permission d'entrer en discussion avec lui. Cette permission peut être accordée ou refusée, et il dépend du charme et de la politesse de la personne qui s'adresse, que l'opération soit couronnée de succès ou non. Toute adresse comporte un élément de présentation. Cette représentation de soi-même n'est pas seulement inévitable quand il s'agit d'une conversation orale face à face, elle est tout aussi décisive dans le cas d'un texte écrit ou diffusé par les media électroniques. L'auteur n'est approuvé – et même simplement lu – que lorsque l'image que le lecteur se fait de lui et de ses capacités est favorable. Sinon, on quitte le programme ou on ferme le livre. L'étude des grands textes peut nous donner des indications sur la manière de stimuler l'intérêt du public.

Quelles sont les leçons qu'un enseignant peut tirer d'un parallèle entre son activité et celle d'un auteur littéraire ? D'abord celle-ci : tout auteur, enseignant ou littéraire, doit profiter de la liberté qu'il possède de créer une histoire. L'inattendu est le sel du récit. Si le lecteur d'un livre est sûr que rien de pour une leçon. Si l'enseignant n'intègre pas un élément ludique dans son discours, un élément qui prouve que la suite de la leçon n'est pas encore fixée et qu'elle peut s'adapter au comportement du public, il renonce à son moyen le plus efficace d'attirer l'attention. Une agressivité domestiquée est bien tolérée si elle inspire une atmosphère de jeu et de plaisanterie, si le narrateur est toujours prêt, en cas de besoin, à changer de ton et s'il fait preuve de respect envers la personnalité de son interlocuteur. Le même jeu sous-tend les textes écrits qui nous fascinent : ce sont ceux d'un auteur qui joue avec nos prévisions et nos espoirs qu'il prévoit parce qu'il les a suscités en nous. C'est le comportement que Bakhtin qui caractérise par la faculté de répondre aux réactions prévues (answerability).

8 L'intertextualité et l'ordre implicite dans le texte

La langue appartient à tous. Si nous nous adressons à quelqu'un, nous utilisons un moyen qui n'est pas réservé au système fermé auteur / interlocuteur. Nous agissons dans un espace public, car nous nous référons à des significations qui ont été fixées par notre entourage social et par nos prédécesseurs qui ont créé le langage. Ce n'est pas seulement valable pour le sens des mots. Le déroulement de l'action, dans notre récit, doit suivre des règles qui sont immanentes à toute histoire bien racontée. Bien raconter implique une *ordre*, un mot qui se réfère à l'action de *compter*, comme *erzählen* se réfère à *zählen* en allemand. Les contes sont traduisibles sans perte dans les langues étrangères, et même les petits enfants savent distinguer entre une histoire complète d'un texte incomplet. Cela veut dire que l'espace public mentionné est un espace ordonné par des lois qu'on ne peut pas changer arbitrairement. Néanmoins, ces lois laissent assez de liberté pour développer une histoire avec une fin imprévue.

Enseigner les sciences naturelles sur un ton narratif : je ne peux plus m'imaginer de les enseigner sans respecter les lois implicites du récit. Si une leçon déborde l'heure, je suis sûr d'avoir violé une de ces lois et d'avoir quitté la position d'un enseignant-narrateur dans mon comportement. Développer un système de concepts sans y intégrer consciemment un élément narratif me semble un pêché contre les bonnes mœurs. Bien sûr, retrouver la voix du narrateur implique parfois de bonnes connaissances en histoire des sciences, une certaine familiarité avec la pensée propre des grands scientifiques qui ne se trouve que diluée, parfois, jusqu'à l'ignorance dans les textes destinés aux étudiants.

La connaissance de la théorie du récit peut-elle être d'une aide pour l'enseignant, et améliorer la situation des étudiants ? Bien sûr que oui. Une enquête parmi plus de 1000 étudiants suisses discuté dans mon livre «Plädoyer für Erzählungen im Physikunterricht» prouve que les étudiants ont le sens de l'histoire si elle est évoquée dans l'intention de clarifier le contenu physique de l'enseignement. La physique intégrée dans des histoires reste une physique valable. Et elle devient acceptable et compréhensible pour une bonne part de nos élèves qui est toujours moins négligeable.

9 BIBLIOGRAPHIE

[1] Adam, J.-M.: 1984, *Le récit*. Edition „Que sais-je?“ Paris, Presses Univerisitaires de France.

[2] Alter, R.: 1968, *Fielding and the Nature of the Novel*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

[3] Alter, R.: 1981, *The Art of Biblical Narrative*. New York: Basic Books.

[4] Bakhtin, M.: 1981, *The Dialogic Imagination*. Austin, Texas: University of Texas Press.

[5] Bakhtin, M.: 1984, *Problems of Dostoevsky's Poetics*. Minneapolis: University of Minnesota Press.

[6] Bakhtin, M.: 1986, *Speech Genres and Other Late Essays*. Austin, Texas: University of Texas Press.

[7] Bakhtin, M.: 1990, *Art and Answerability*. Austin, Texas: University of Texas Press.

[8] Bakhtin, M.: 1993, *Towards a Philosophy of the Act*. Austin, Texas: University of Texas Press.

[9] Booth, W.: 1961 (second edition 1983), *The Rhetoric of Fiction*. Chicago: University of Chicago Press.

[10] Booth, W.: 1974, *A Rhetoric of Irony*. Chicago: University of Chicago Press.

[11] Booth, W.: 1979, *Critical Understanding*. Chicago: University of Chicago Press.

[12] Chatman, S.: 1978, *Story and Discourse. Narrative Structure in Fiction and Film*. Ithaca: Cornell University Press.

[13] Chatman, S.: 1990, *Coming to Terms. The Rhetoric of Narrative in Fiction and Film*. Ithaca: Cornell University Press.

[14] Clark, K. & Holquist, M.: 1984, *Mikhail Bakhtin*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

[15] Emerson, C.: 2000, *The First Hundred Years of Mikhail Bakhtin*. Princeton: Princeton University Press.

[16] Holquist, M.: 1990, *Dialogism. Bakhtin and his World*. London and New York: Routledge.

[17] Kermode, F.: 1967, *The Sense of an Ending. Studies in the Theory of Fiction*. New York: Oxford University Press.

[18] Kermode, F.: 1979, *The Genesis of Secrecy: On the Interpretation of Narrative*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

[19] Kubli, F.: 1998, *Plädoyer für Erzählungen im Physikunterricht - Geschichte und Geschichten als Verstehenshilfen*. Cologne: Aulis.

[20] Kubli, F.: 1999, Historical Aspects in Physics Teaching: Using Galileo's Work in a New Swiss Project. Dans: *Science & Education* **8**, 137-150.

[21] Morson, G. S. & Emerson, C.: 1990, *Mikhail Bakhtin. Creation of Prosaics*. Stanford, Calif. Stanford University Press.

[22] Pfundt, H. & Duit, R.: (1994), *Students' Alternative Frameworks and Science Education*. Kiel: Institute of Science Education.

[23] Shapin, S. & Schaffer, S.: 1985, *Leviathan and the Air-Pump*. Princeton: Princeton University Press.

[24] Sternberg, M.: 1978, *Expositional Modes and Temporal Ordering in Fiction*. Baltimore: John Hopkins University Press.

[25] Sternberg, M.: 1985, *The Poetics of Biblical Narrative*. Bloomington: Indiana University Press.

[26] Voloshinov, V. N.: 1976, Discourse in Life and Discourse in Art. Dans: *Freudianism. A Marxist Critique*. New York: Academic Press.

[27] Voloshinov, V. N.: 1986, *Marxism and the Philosophy of Language*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

[28] Vygotsky, L.S.: 1980, *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

[29] Vygotsky, L.S.: 1986, *Thought and Language*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

[30] Vygotsky, L.S.: 1997, *Educational Psychology*. CRC Press.

(Manuscrit reçu le 16 octobre 2000)