

PEUT-ON DÉCONTEXTUALISER LA DÉMARCHE SCIENTIFIQUE ?

Daniel Favre
Yves Rancoule

Une étude en cours, basée sur l'observation des formulations employées par des enseignants de biologie dans leurs cours, a permis d'observer un déplacement de celles-ci qui passent sans transition et réversiblement d'un registre scientifique à un registre dogmatique. Ce glissement et ses effets paradoxaux sur l'apprentissage semblent échapper à l'attention de ceux qui, à la fois, les produisent et les subissent. La modélisation de quatre attitudes cognitives spécifiques de la démarche scientifique et son appropriation paraissent dans ces conditions un préalable nécessaire à l'enseignement d'une discipline scientifique comme la biologie.

De nombreux travaux comme ceux de Giordan et De Vecchi (1987) ou d'Astolfi et Develay (1989) ont mis l'accent sur les représentations ou pré-conceptions que les apprenants possèdent antérieurement à l'acquisition d'un concept, d'un modèle ou d'une théorie. La carte conceptuelle préalable, la "connaissance locale" selon Brousseau, le "préconstruit" parce qu'il est non décontextualisable (Chevallard, 1985) d'un apprenant peuvent ainsi quelquefois constituer un obstacle d'ordre épistémologique à un apprentissage, dans la mesure où ils s'opposent à la nouvelle conception enseignée. Surmonter cet obstacle demande à l'apprenant d'être capable d'interroger la validité de ces deux types de représentation et de n'abandonner l'ancienne qu'après s'être convaincu qu'elle n'était plus "scientifiquement justifiable". Une telle procédure suppose chez l'apprenant une familiarisation avec les attitudes cognitives associées à la démarche scientifique afin de pouvoir faire la différence entre une énonciation scientifiquement valable et une autre qui ne le serait pas ou moins. Mais à l'inverse, le contexte épistémologique dans lequel l'enseignant situe ses propos pourrait-il influencer également sur l'acquisition de la démarche et des connaissances scientifiques par les apprenants ? En d'autres termes la forme de l'enseignement scientifique est-elle d'un point de vue épistémologique en cohérence avec le fond et l'objectif de l'enseignement ? C'est ce que nous avons essayé d'explorer dans une recherche en cours centrée principalement sur les représentations des enseignants.

De précédentes recherches épistémologiques et spéculatives (Favre, 1990a et 1991a) ont permis d'élaborer une modélisation de la démarche scientifique. Le terme de "démarche scientifique" utilisé ici désigne plus un "état d'esprit scientifique" tel que pouvait le concevoir Bachelard qu'une procé-

l'enseignement scientifique : le fond et la forme sont-ils en cohérence ?

quatre attitudes cognitives caractéristiques et par opposition avec le paradigme de traitement dogmatique des informations.

Il a paru plus pédagogique, pour élaborer un dispositif d'apprentissage spécifique de la démarche scientifique, de présenter ces attitudes opposées sous forme de **différentiels**. La prise de conscience du déplacement du curseur sur l'axe du différentiel est une des conditions qui pourrait permettre de modifier notre activité de traitement de l'information. Dans un différentiel, il n'y a pas seulement deux positions diamétralement opposées mais un grand nombre d'intermédiaires possibles. L'intériorisation du différentiel et de son curseur mobile permet de devenir sensible, attentif, aux déplacements possibles, et ainsi **d'évaluer dans quel contexte épistémologique s'élabore notre pensée.**

Voici quelles sont, à notre sens, les **attitudes cognitives associées à la démarche scientifique.**

1°) Par rapport au **mode de formulation**, la démarche scientifique tend à nous faire nommer, formuler explicitement ce qui se présente ou est présenté implicitement. L'adoption d'une telle attitude implique le développement d'une sensibilité à la qualité plus ou moins explicite d'un énoncé permettant de le repérer entre deux extrêmes opposés :

100%
utilisation d'énoncés
implicites



100%
explicitation
des énoncés

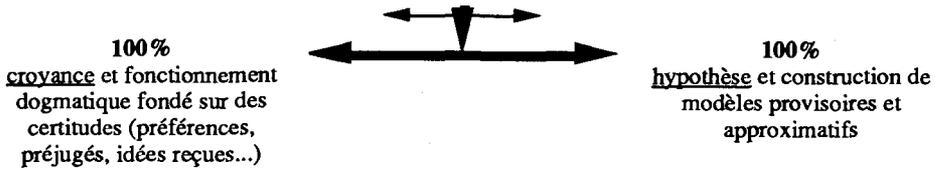
... au degré
d'explicitation...

Dans certains cas, le recours à un registre implicite ne nous paraît cependant pas incompatible avec un traitement scientifique, s'il a pour objectif **explicite** par exemple, de gagner du temps, de permettre un conversation entre spécialistes, de faire exister un climat de connivence dans un groupe. Lorsque des individus se rencontrent, il est évident qu'il n'est pas nécessaire de définir et d'expliciter tous les termes employés. Cela n'exclut pas de se demander et de vérifier si les phrases et les termes utilisés qui ont un caractère évident pour soi le sont également pour autrui. Au contraire, le recours à l'implicite nous paraît plus dogmatique si l'objectif principal, conscient ou non, de l'énonciateur est de conserver un savoir ou de "manipuler" autrui afin de lui imposer un point de vue.

2°) En rapport avec le **mode de situation vis-à-vis des connaissances**, la démarche scientifique tend à nous faire énoncer **sous forme d'hypothèses** les propositions présentées **sous forme d'opinions**, de dogmes, de croyances, de préjugés... Cela suppose que nous puissions interroger un indicateur interne nous renseignant sur la qualité de l'énoncé :

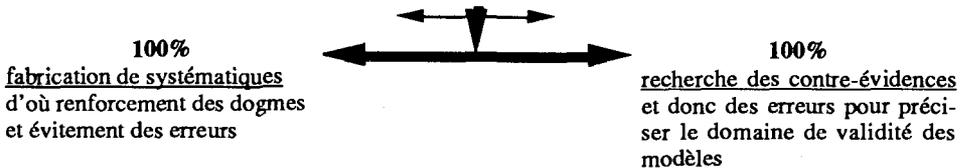
... à la distance
par rapport aux
connaissances...

des différentiels
pour devenir
sensible...



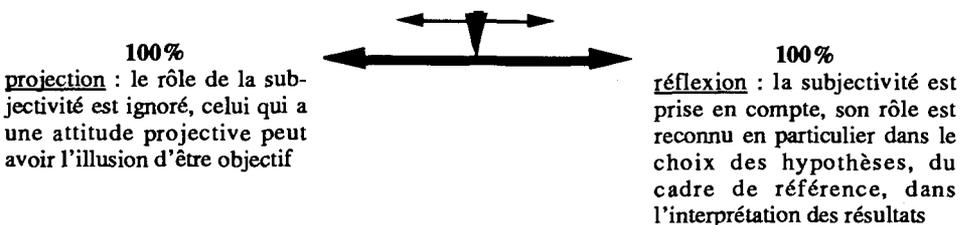
... à la qualité de
la preuve...

3°) Par rapport au **mode d'établissement de la preuve**, la démarche scientifique tend à nous faire éviter la fabrication de systématiques (généralisations abusives) au profit de la recherche de contre-évidences, recherche qui permet de préciser le domaine de validité d'un énoncé. Dans ce cas encore, un indicateur interne est nécessaire ; sa "visualisation" et la perception de la modification de l'état intérieur qui accompagne son déplacement permet de nous sensibiliser à notre mode de fonctionnement cognitif, plutôt dogmatique lorsqu'on retient que ce qui confirme la règle ou plutôt scientifique lorsqu'on recherche des éléments qui ne "colent" pas avec elle :



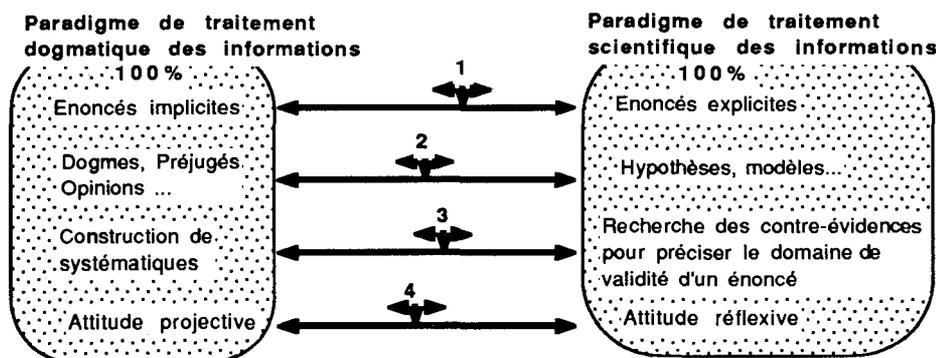
... à la place de
la subjectivité

4°) Par rapport au **mode de relation avec la subjectivité**, la démarche scientifique tend à faire substituer la réflexion à la projection, au sens optique de ces deux termes. C'est lorsque nous nous rendons réflexifs, au sens du miroir, que nous pouvons accueillir de façon plus efficace, moins déformante, les informations. La démarche scientifique tend à faire prendre en compte, plutôt qu'à nier, notre propre subjectivité et à renoncer au mythe de "l'objectivité pure". Encore faut-il que nous puissions avoir accès à un indicateur interne qui nous renseigne quand nous nous déplaçons entre l'état projectif et l'état réflexif :



deux paradigmes
radicalement
différents...

En résumé, la possibilité d'explicitier des énoncés qui ont le statut d'hypothèse provisoire dont on précise progressivement le domaine de validité par la recherche de contre-exemples en utilisant une attitude réflexive définit un **paradigme de traitement scientifique des informations (PTSI)** et ce que nous entendons par "démarche scientifique". Par opposition, rester dans le domaine implicite en utilisant des énoncés qui ont statut de "vérité universelle", au contexte non précisé et soumis aux projections de leur auteurs définit un **paradigme de traitement dogmatique des informations (PTDI)**. Ces deux façons de considérer et de traiter les informations qui nous parviennent peuvent être schématisées de la manière suivante :



SENS DU DÉPLACEMENT FAVORISÉ PAR LA DÉMARCHE SCIENTIFIQUE



A l'aide de cette modélisation, on peut se représenter caricaturalement deux manières d'enseigner selon que l'on se situe dans un paradigme ou dans l'autre. Dans le PTDI, enseigner revient à être le détenteur de savoirs immuables, de vérités, dont il faut assurer la transmission à des élèves. Les erreurs, considérées comme des écarts avec la norme, doivent être "éradiquées", le "bon élève" étant celui qui restitue correctement la connaissance qu'il a reçu ... et rien d'autre. Dans le PTSI, au contraire, l'accent est plus mis par l'enseignant sur la procédure qui valide la connaissance que sur la connaissance elle-même ; cette procédure constitue le contexte de la connaissance scientifique qui est conçue comme relative et comme une façon approximative de se représenter la réalité. Adopter une attitude scientifique suppose d'avoir acquis la capacité à modifier ses représentations lorsqu'elles sont infirmées par le raisonnement ou par l'observation. Ces deux formes extrêmes d'enseignement n'existent qu'en théorie : chacun d'entre nous, selon les circonstances, le thème abordé, son état intérieur..., oscille entre ces deux paradigmes. Est-il possible que cette oscillation se produise alors même que la nature de l'enseignement est scientifique ? Si oui, quels peuvent être alors les

... entre lesquels
notre pensée se
déplace

effets d'un dispositif pédagogique aussi paradoxal sur l'acquisition par les élèves des concepts et des modèles biologiques ? Pour tenter d'apporter un début de réponse à la première question, nous sommes allés recueillir des informations en assistant à des cours de biologie.

2. OBSERVATIONS ET ANALYSE DU DISCOURS DE L'ENSEIGNANT

La démarche scientifique produisant du "discours", c'est sur le langage qu'a porté notre analyse pour repérer un énoncé entre les deux paradigmes épistémologiques précédemment décrits. Si le problème posé en particulier par Vigotski (1934) et Morange (1985) et concernant le degré d'interaction entre le langage et la pensée n'est toujours pas complètement résolu, on peut cependant postuler que cette interaction n'est pas nulle et que, par conséquent, le discours reflète et organise en partie les modes de pensée sous-jacents. Rechercher au niveau des termes et des formes syntaxiques utilisés par un enseignant les **traces** d'un mode d'accueil et de traitement des informations qui vise la permanence des représentations ou des conceptions (PTDI) et celles d'un autre mode dont la finalité et de les rendre évolutives (PTSI), nous a paru alors pertinent.

L'idée d'analyser le discours d'enseignants de disciplines scientifiques nous est venue de notre expérience en formation continue d'enseignants de toutes disciplines ; celle-ci nous a laissé supposer de leur part un faible recul épistémologique alors qu'ils étaient en position de stagiaires. Nous avons choisi la biologie parce que c'est notre discipline d'origine et que nous sommes parallèlement engagés dans une recherche en didactique en ce domaine. Six classes réparties en trois niveaux (sixième, troisième et terminale) ont pour le moment fait l'objet de cette observation. Le choix des deux établissements (un collège et un lycée) a été fortuit. Tous les enseignants de cette matière dans les deux établissements, au nombre de quatre, se sont déclarés favorables à la présence dans leurs cours d'un observateur-didacticien dont ils espéraient des conseils. Chacun d'entre eux a plus ou moins fortement le sentiment d'innover sur le plan pédagogique et souhaite poursuivre dans cette voie. La mission de l'observateur n'a pas été complètement dévoilée aux enseignants, il leur a seulement été précisé que cette recherche concernait les représentations des élèves en relation avec la démarche scientifique, ce qui était également le cas. Mais l'objectif était d'abord d'observer les déplacements éventuels des propos de l'enseignant entre les paradigmes dogmatique et scientifique.

Des observations menées sur le terrain par Yves Rancoule, il ressort que le "discours pédagogique scientifique" est entrecoupé d'"irruptions dogmatiques", cela à des degrés divers chez les quatre enseignants et sans apparemment qu'ils s'en rendent compte. Quelques exemples de ces enclaves de trai-

observations de
classes de
sixième, troisième
et terminale

des exemples du
traitement
dogmatique des
informations...

tement dogmatique des informations sont évoquées ci-dessous.

Exemples d'énoncés implicites :

... à propos de la 1^{ère} attitude...

Le professeur : "Vous voyez la trace laissée par la patte postérieure...?" Un élève : "du lapin !" Le professeur : "...postérieure droite !". Question de contrôle : "Comment appelle-t-on un animal qui se déplace sur deux pattes ?" Réponses de certains élèves : "un kangourou, un homme, une poule..." Cinq sur trente-sept ont deviné la réponse attendue : "un bipède". Une question plus explicite aurait été : "Comment appelle-t-on la capacité à se déplacer avec les membres postérieurs ?".

Exemples de dogmatismes :

... de la 2^{ème} attitude...

Une histoire d'amidon, un élève : "j'ai une coloration bleu-marine" le professeur : "non, c'est une coloration violette !". Au microscope, un élève : "Madame moi j'ai un truc bizarre !" le professeur : "normalement, tu ne dois pas avoir de truc bizarre !"

A propos du rôle des nerfs, un élève : "mais on ne le sent pas tout de suite quand on se brûle !" le professeur : "c'est plus compliqué, on le verra après !" À une question fondamentale d'un élève de terminale : "Qu'est-ce qui dit à une cellule qu'elle doit se diviser ?" le professeur, après un long détour ne relevant pas de la question posée, ajoute : "la levée des dormances dans les racines sera vue en cours plus tard..."

Exemples de systématiques :

... de la 3^{ème} attitude...

"Seuls les rapaces régurgitent ce qu'ils ne peuvent digérer" et une autre : "Ça n'a pas marché avec vos collègues, je ne vois pas pourquoi ça marcherait avec vous!"

Exemples de projection :

Un professeur : "Le bois secondaire vous devez le repérer (au microscope) sinon c'est grave !" et un autre professeur à propos de la transmission génétique : "Et c'est comme ça jusqu'à Adam et Eve !"

On observe des attitudes contradictoires, un même enseignant peut ainsi dire à un moment : "Je vous mettrai tout à l'heure des petites croix sur ce qu'il faut regarder !" et à un autre moment, laisser ses élèves de terminale, sans aucune indication ou question-problème à résoudre pendant quinze minutes, "observer" une goutte de lait au microscope. Certains élèves ont ainsi vu des microbes, des molécules, des granules, des trucs qui bougent... Voici un extrait des échanges verbaux ayant eu lieu pendant "cette séance d'observation" :

- un élève : "Je vois quelque chose, je sais pas si c'est ça !"
- un autre élève : "J'en vois de plus gros !"
- un autre élève : "Je suis tout au fond et je vois rien !"
- un autre élève : "Pas grand-chose !"
- un autre élève : "Ah ! ça y est, ça bouge ! Ça va vite !"
- un autre élève : "Qui est-ce qui a réussi à choper quelque chose de jaune ?"
- un autre élève : "C'est trop clair, on voit rien !"
- un autre élève : "Je la vois la bulle d'air !"

... de la 4^{ème} attitude

- un autre élève : "C'est ça ? Ça bouge pas !"
- le professeur : "Passez au grossissement 20 !"
- un élève : "Ça bouge madame !"
- un autre élève : "Tout bouge !"
- un autre élève : "Je vois des granulés !"
- un autre élève : "Si on veut le faire bouger, il faut appuyer dessus !"
- un autre élève : "Ça bouge par plaques !"
- un autre élève : "Je vois la bulle d'eau !"
- un autre élève : "Des trucs qui bougent, des microbes !"
- le professeur : "Il est UHT !"
- un élève : "Tu as trouvé quelque chose ?"
- le professeur : "Vous avez trouvé quelque chose ?"
- un élève : "Moi, oui !"
- un autre élève : "Qu'est-ce qu'il faut regarder ?"
- le professeur : "Du lait !"
- un élève : "on voit des grains !"
- un autre élève : "Ça bouge parce que c'est liquide !"
- un autre élève : "Des molécules !"
- le professeur : "Trop petit !"

L'enseignant a alors interrompu la séance d'observation au microscope, **personne** n'avait vu **ce** qu'il fallait voir : des gouttelettes de lipides. Dans de telles situations où les propositions des apprenants ne sont pas prises en compte, il arrive que les élèves se découragent et se taisent ou alors quelquefois qu'ils protestent : "Qu'est-ce qu'on veut mettre en évidence ?".

recherche des
indicateurs
révélateurs du
traitement
dogmatique

Ces diverses inclusions de pensée dogmatique ne sont pas rares mais ne sont pas non plus majoritaires dans le discours des enseignants ; actuellement nous tentons d'évaluer la fréquence. Ce travail nous amène maintenant, à travers une étude qui emprunte à la linguistique certains de ses outils, à tenter d'identifier des indicateurs révélateurs d'un traitement dogmatique ou non-dogmatique, sachant qu'il n'y a pas de frontière nette mais une graduation entre deux extrêmes. De cette étude portant sur des tranches de cinquante minutes de discours pédagogique scientifique (Rancoule et Favre, 1993, cf le tableau ci-après), nous avons pu remarquer qu'en dehors des irrptions dogmatiques précédemment évoquées, il existait également un emploi massif du **verbe être au présent de l'indicatif**. Parallèlement, l'emploi du mode conditionnel qui relativise la pensée et des formules qui retiennent le jugement ("il semble, peut-être, pour le moment, à ma connaissance, certains chercheurs pensent que...") était presque inexistant. Le dogmatisme du discours pédagogique se trouve également renforcé par le **recours à la troisième personne du singulier** : "la non-personne" (Benveniste, 1966), l'absence du "je", des marques de l'énonciateur, ayant pour effet d'imposer davantage le propos énoncé.

Nous estimons que ces pratiques langagières peuvent entraîner chez les apprenants une tendance à penser que

Localisation schématique des caractéristiques des documents oraux

Paradigme de traitement dogmatique
des informations

Paradigme de traitement scientifique
des informations

100%

100%

0%

0%

Énoncés implicites

Énoncés explicites

| | |
|------------------------------|--|
| Blocs d'informations "clos". | Connexions avec le discours passé et futur et avec celui d'autres disciplines. |
| Juxtaposition d'énoncés. | Conjonctions de coordination liant les énoncés. |
| Emploi de "ON". | Repérage de qui "on" désigne. |
| Lacunes... | Explicitation, formulation, reformulation distinction, classification. |

Dogmes et opinions

Énoncés sous formes
d'hypothèses et de modélisations provisoires

| | |
|--|--|
| Verbes au présent et importance du verbe être. | Emploi d'autres modes, en particulier le conditionnel. |
| Questions dont on connaît la réponse. | Questions dont on ignore la réponse. |
| Idees reçues, opinions atemporelles. | Identification du caractère temporaire de l'énoncé. |
| Présentations ou demandes d'affirmations. | Présentation de formulations d'hypothèses. |
| "Vertus" de l'observation. | Relativité de l'observation. |

Généralisations abusives

Domaine de validité
repéré

| | |
|--|--|
| Usage direct de conventions. | Présentation de conventions. |
| Définitions sans domaine de validité ; lois de portées universelles ; amalgames. | Domaine de validité ; contre exemple et différenciations. Cas de figures prévisibles. Liste de propriétés. Descriptions de conditions. |
| "Double - bind" non formulés. | Distinction des niveaux des "paradoxes". |
| Généralisation systématique. | Généralisation contextualisée. |

Attitudes projectives

Attitudes réflexive

| | |
|--|--|
| Polarisation en référence externe. | Polarisation en référence interne. |
| Valeurs morales non exposées. | Positionnement éthique. |
| "Tu" de catégorisation ("tu es..."). | "Tu" de prise en compte réflexive de la réalité d'autrui (distinction entre la personne et sa production). |
| Projections, jugements affectifs, esthétiques. | Emploi de "je". Introduction du sujet dans le discours. |
| Attribution d'intentions à autrui. | |

les remarques
non attendues
des élèves
semblent
écartées

risque de
transmettre aux
apprenants un
message
paradoxal

les connaissances acquises ont très majoritairement un caractère définitif et absolu. Les enseignants observés ne nous ont pas semblé cependant très différents sur le plan professionnel de ceux que nous avons l'habitude de rencontrer ; de plus ceux-ci font des tentatives souvent réussies pour présenter leur enseignement ou les contrôles sous un jour nouveau et attrayant, ils essaient telle méthode, modifient leur façon d'enseigner en fonction de tel concept pédagogique, ils font plutôt partie, à notre avis, des enseignants qui se remettent en question. C'est au niveau de leurs représentations que nous sommes actuellement tentés de trouver une explication à ce phénomène qui semble leur échapper. Il nous semble que pour l'enseignant, dans les cas observés, seule la solution à laquelle il pense, la réponse qu'il connaît, à la fois existe et possède une légitimité scientifique. L'enseignant porte alors projectivement des jugements de valeur sur les énoncés des élèves parce qu'il n'a pas obtenu la réponse qu'il attendait, et l'apprentissage de la démarche scientifique par les élèves n'a plus sa place. A ce stade d'analyse, on peut faire l'hypothèse que la représentation qu'il s'est faite de l'acte d'enseigner à travers sa propre expérience d'élève doit être prégnante. Ne reproduirait-il pas plus ou moins le modèle d'enseignant qu'il a connu sans avoir le recul épistémologique suffisant pour en prendre conscience ? Si ce phénomène de chevauchement des deux paradigmes à l'intérieur du discours de l'enseignant est correctement analysé, on peut se demander quels effets pourrait avoir chez les apprenants la non-congruence du message de l'enseignant. Quelle représentation vont-ils eux-mêmes se construire du mode de pensée scientifique s'ils reçoivent ce message paradoxal : "je fais de la science donc je dogmatise" ?

Pour prévenir cela, deux types de remédiations pourraient être envisagées :

- 1°) inciter les enseignants à prendre conscience de leurs représentations relatives à l'acte d'enseigner, à l'autorité, à l'erreur (Favre, 1991b), aux théories naïves ou empiriques de l'apprentissage et interroger la représentation qu'il se font d'une personne humaine ;
- 2°) leur proposer un entraînement spécifique à la démarche scientifique afin de leur permettre d'acquérir une "sensibilité épistémologique" à leur propre discours.

3. UN ENTRAÎNEMENT À LA DÉMARCHE SCIENTIFIQUE

C'est ce deuxième type de remédiation que nous nous proposons de développer maintenant. La modélisation théorique présentée au paragraphe 1 a permis d'élaborer sur le plan pratique un dispositif pédagogique utilisable en forma-

tion initiale et en formation continue. Ce dispositif porte sur le langage et il est basé sur la **reconnaissance** et la **transformation** d'énoncés a-disciplinaires (2).

Il s'agit pour l'apprenant d'identifier l'énoncé comme une hypothèse ou une systématique ou une projection ... puis de le transposer formellement dans le paradigme opposé.

un apprentissage
visant à
reconnaître et
transformer les
énoncés...

Par exemple l'énoncé suivant : *"la force musculaire des femmes est inférieure à celle des hommes"* devra être reconnu comme un dogme ou un préjugé mais surtout une systématique, sa transformation progressive (entraînant le déplacement du curseur sur l'axe du ou des différentiels concernés) dans le paradigme TSI deviendra : *"en général, la force musculaire des femmes est..."* puis en recherchant des contre-exemples on précisera le domaine de validité *"en général, à âge comparable, la force musculaire des femmes est..."* puis *"en général, à âge, poids, ethnies comparables, la force musculaire des femmes est..."*. Au fur et à mesure que l'on précise le domaine de validité on est amené à élaborer des hypothèses à basse teneur en projection du type : *"à âge, poids, ethnies comparables, les muscles des femmes contiendraient-ils moins de cellules musculaires que ceux des hommes ?"* ou bien *"une cellule musculaire féminine aurait-elle moins de puissance contractile que celle d'un homme ?"*. Autre exemple, le : *"tu vas tomber !"* dit projectivement par un parent à un enfant pourra devenir réflexivement dans le paradigme TSI : *"j'ai peur que tu tombes !"*.

Autre exemple de projection que l'on peut transformer progressivement en utilisant les quatre différentiels : *"cette expérience ne marche pas !"* identifiable comme à la fois une projection, une systématique et une opinion, peut devenir : *"je n'ai pas obtenu les résultats que j'escomptais !"* (plus réflexif) puis en précisant le contexte : *"jusqu'à présent, avec ce protocole expérimental..."* et en introduisant la notion d'hypothèse dans la phrase, on a un énoncé également plus explicite : *"il me semble que jusqu'à présent, avec ce protocole expérimental... je n'ai pas obtenu les résultats que j'escomptais !"*. La transformation d'énoncés peut exister également dans l'autre sens ainsi par exemple l'hypothèse : *"certains cancers du tube digestif seraient corrélés pour certains individus avec le mode d'alimentation"* peut devenir dans le paradigme TDI la croyance et la systématique suivante : *"c'est dans l'assiette qu'on fabrique son cancer !"*.

Des enseignants qui se seraient entraînés à transposer d'un paradigme à l'autre leurs énoncés pourraient ensuite inciter les élèves à se familiariser avec les attitudes de la démarche scientifique. À titre d'exemple, on pourrait ainsi imaginer un maître de l'enseignement primaire sensibiliser ses élèves à la notion de certitude et à celle de vérité. À propos d'une information comme *"la pollution augmente sur la Terre"*, il pour-

(2) A-disciplinaire signifiant pris dans le registre des connaissances qui ont un sens pour la majorité des gens

rait poser la question suivante à ses élèves : *"pouvez-vous me dire ce que c'est pour vous la pollution ?"*... (sensibilisation au premier différentiel et incitation à expliciter). Il pourrait ajouter ensuite : *"êtes-vous vraiment certains que la pollution augmente, à peu près certains, moyennement certains, en doutez-vous ?... alors comment le diriez-vous maintenant ?"*... (sensibilisation au deuxième différentiel et incitation à se distancier de l'information). Et continuer ainsi : *"avez-vous observé vous-même la pollution ? si oui, sous quelle forme ? si non, qui vous en a parlé : vos parents, la télévision, le journal ?"*... (sensibilisation au troisième différentiel et incitation à rechercher le domaine de validité de l'information). Pour enfin aborder la place de l'émotivité dans le traitement d'une telle information : *"la pollution vous fait-elle peur ? que craignez-vous ? que faisons-nous avec les événements qui nous font peur ? nous les exagérons, nous les minorons ?"*... (sensibilisation au quatrième différentiel et incitation à prendre en compte la subjectivité plutôt que de l'ignorer). En permettant de développer une sensibilité épistémologique à la qualité des énoncés, un tel questionnaire, s'il ne restait pas isolé dans l'enseignement du maître, amènerait sans doute progressivement les enfants à prendre conscience de leur mode de pensée (dogmatique ou non dogmatique). On peut espérer que cette sensibilisation portant sur le langage amènera les élèves à mieux se représenter une connaissance scientifique comme un "savoir en devenir", susceptible par sa nature épistémologique d'être modifié, et facilitera leur appropriation des concepts à travers les successions de systèmes de représentation que présente au fil des classes l'enseignement scientifique (Favre, 1990b).

... pour acquérir
une sensibilité
épistémologique

Nous avons commencé à tester cet apprentissage de la démarche scientifique auprès de différents publics d'étudiants (Favre, 1990a) et d'enseignants (Favre et Bastien, article soumis pour publication) et plusieurs études en cours ont pour objectif de mesurer sa pertinence et sa portée auprès d'élèves d'âges divers. D'ores et déjà, l'intérêt de cet entraînement à reconnaître ses pensées ou celles d'autrui entre deux extrêmes épistémologiquement opposés réside dans la transférabilité de cette capacité vers d'autres champs cognitifs. Cette transférabilité serait favorisée, selon nous, par l'utilisation dans cet apprentissage d'énoncés a-disciplinaires pris dans le registre de la pensée commune non-spécialisée.

A l'inverse, nous avons pu observer plusieurs fois que des "chercheurs scientifiques" et même certains didacticiens avaient des difficultés, équivalentes à celles d'un "non-scientifique", pour transposer d'un paradigme à l'autre des énoncés a-disciplinaires.

des difficultés à
transformer les
énoncés...

Pour tenter d'expliquer cette difficulté à réaliser des transformations d'énoncés entre les paradigmes PTDI et PTSI, nous avons émis plusieurs hypothèses.

... différentes
hypothèses pour
les expliquer

- En recherche règneraient encore des représentations réductrices (cf l'introduction) et dogmatiques de la pensée scientifique. Par conséquent la plupart des chercheurs ont à notre connaissance l'impression de "faire aussi de la science" lorsqu'ils tentent par leur recherche de "confirmer le connu". Les chercheurs, en général, ne semblent pas distinguer clairement les deux paradigmes : ils peuvent élaborer des hypothèses (2ème attitude PTSI) tout en cherchant à confirmer les théories ambiantes (3ème attitude PTDI) ou expliciter (1ère attitude PTSI) tout en justifiant des préférences (2ème attitude PTDI). Le mouvement dialectique entre le PTDI et le PTSI peut passer ainsi inaperçu aux yeux des chercheurs.

- Nombre de chercheurs ont appris la démarche scientifique à travers l'application de procédures ou de méthodes dans un champ disciplinaire restreint sans référence à une épistémologie scientifique, ce qui rend difficile la transférabilité de ces capacités vers un autre champ.

- Il ne nous paraît pas évident qu'un chercheur, ayant peu ou pas de formation en ce domaine, soit conscient de ce qu'il fait d'un point de vue épistémologique lorsqu'il :

- a) pose différemment une question ou un problème,
- b) l'explique davantage,
- c) recherche des contre-évidences,
- d) se questionne sur son intérêt personnel à choisir tel protocole ou tel résultat plutôt qu'un autre.

Il n'est pas certain par ailleurs que ces quatre attitudes cognitives soient pratiquées conjointement.

- Quinze années de recherche dans le cadre des neurosciences ont convaincu Daniel Favre que l'activité de pensée des chercheurs est assez rarement située dans le PTSI, suffisamment toutefois pour faire évoluer les théories et les modèles actuels. Ces activités de pensée dans le PTSI paraissent individuelles dans une première étape, souvent associées à un état de crise momentané ou à une déstabilisation assez mal vécue et non reconnues comme telles par les chercheurs. De plus, la publication des résultats, présentant la recherche comme une démarche logique, lisse et linéaire, ne les mentionne pas.

En résumé, si des chercheurs peuvent avoir des difficultés à transposer d'un paradigme à l'autre des énoncés a-disciplinaires, c'est peut-être parce que les attitudes cognitives qu'ils adoptent dans leur activité de recherche ne semblent pas, pour toutes les raisons précédentes, reconnues comme des savoir-faire conscients et sont ainsi difficiles à décontextualiser.

Participant à la formation des enseignants, les enseignants-chercheurs leur communiqueraient leur façon de se représenter la science, ce que semblent corroborer les observations précédentes (paragraphe 2).

4. DISCUSSION ET CONCLUSION

notre approche
confrontée à
celle de différents
travaux socio-
anthropologiques

Ayant été très intéressés par les travaux socio-anthropologiques de Kuhn (1962) et surtout de Latour et Woolgar (1979) et Latour (1989), nous souhaiterions les confronter avec notre approche plus centrée sur l'observation de l'individu. L'observation des activités scientifiques des chercheurs a permis à ces derniers auteurs de distinguer "la science en train de se faire" de "la science toute faite" qui est ensuite communiquée. Ils montrent comment le "contexte de la découverte" va être assez rapidement remplacé par le "contexte de la justification". Or dans ce contexte, "*la construction des faits et des machines est un processus collectif*" (Latour, 1989 p. 47) et l'intervention de la subjectivité peut être l'objet de critiques de la part de la communauté scientifique, il faut donc la faire disparaître ! Beaucoup d'énergie sera ainsi déployée pour pouvoir produire des faits inattaquables, "...Il résulte de la **construction** d'un fait qu'il apparaît à tout un chacun comme n'ayant pas été construit." (Latour et Woolgar, 1988 p. 256). La construction des faits scientifiques subit les effets de la pression du groupe local, de celle de la collectivité internationale, des sources de crédits, des phénomènes de mode, ce qui amène les auteurs à se positionner "*en faveur de la suspension d'une distinction entre le sens commun et le raisonnement scientifique*" (op. cit. p. 274).

Si le constat fait par ces auteurs semble bien refléter des modes de relation existant entre les chercheurs actuels, cela infirme-t-il pour autant la distinction épistémologique que nous avons essayé d'établir entre deux modes d'accueil et de traitement des informations (PTDI et PTSI) ? A notre avis non, car elle tente de rendre compte des **déplacements intra-subjectifs** existant aussi bien chez le chercheur scientifique que chez l'enseignant ou l'apprenant, déplacements difficiles à percevoir si l'exposition de la subjectivité est encore aussi mal tolérée. Il ne fait pour nous aucun doute que la reconstruction a posteriori (dans les publications ou à des fins pédagogiques) des "découvertes scientifiques" contribue à occulter la réalité de l'activité des chercheurs dans le PTSI. Par ailleurs, la représentation que l'on se fait de la place de la subjectivité dans la science évolue actuellement. Schiff (1992) nous invite à prendre en compte consciemment cette subjectivité : "*En tant que chercheur, je ne pense pas que le problème soit d'éliminer ma subjectivité, mais de lui donner la place qui lui revient dans les différentes phases de la recherche...*" (cf aussi note p. 148). Cette prise en compte, qui nous amène à renoncer au mythe de "l'objectivité pure" peut devenir alors à son tour un **critère de scientificité** au même titre que le sont les précautions d'ordre méthodologique. Ce critère de scientificité relève directement du paradigme de traitement scientifique des informations (quatrième attitude).

prendre en
compte la
subjectivité :
un critère de
scientificité ?

Si, en rapport avec le regard sociologique précédent, on pourrait discuter le bien-fondé de l'emploi du terme "scientifique" pour caractériser l'un des deux modes de traitement de l'information décrit précédemment, il n'en reste pas moins que la modélisation que nous avons conçue avec une approche épistémologique centrée sur l'individu permet à notre sens, au chercheur (3) comme à l'apprenant, de prendre conscience de ses déplacements entre un mode de fonctionnement cognitif qui vise le maintien de nos représentations et un autre qui vise leur remise en question.

Chez les enseignants cette sensibilité épistémologique pourrait relever d'un processus de prise de conscience ou "réflexion distanciée" sur leurs propres démarches qui aurait des effets similaires, au niveau de la régulation des actions à l'intérieur de tâches complexes, à ceux observés par Peterfalvi (1991), dans le cas des élèves. L'acquisition de cette sensibilité nous paraît constituer un facteur de progrès pour l'enseignant dans la mesure où il s'assure une meilleure maîtrise du contexte épistémologique dans lequel il peut participer à la "*transposition didactique du savoir savant en savoir enseigné*" (Chevallard, 1985) et proposer ainsi aux apprenants un enseignement dont la forme et le fond seraient plus cohérents. Sans le feed-back conscient développé au terme de cet apprentissage, on peut supposer que, lorsque nous sommes moins attentifs, moins présents à la situation pédagogique ou plus stressés et dans l'urgence, puissent se manifester des formes plus anciennes de comportements cognitifs responsables des dogmatisations que nous avons précédemment décrites. Johsua et Dupin (1989 p. 130-31) ont analysé également différents modes de débats scientifiques pouvant exister en classe de physique. Les interventions du professeur ne sont pas neutres : à titre d'exemple, ses prises en compte sélectives de certaines remarques "attendues", émises par les élèves, et l'écartement des autres, oriente et ainsi dogmatise le débat. Les auteurs remarquent que cette influence professorale dogmatisante est moindre dans les classes où existent entre les élèves des débats réels portant sur la validité des explications scientifiques. Nos propos ne visent pas à préconiser l'évitement de tout dogmatisme dans l'enseignement ou la recherche d'une neutralité de la part de l'enseignant, le voudrions-nous que ce ne serait pas possible ; mais nous souhaitons avoir montré l'intérêt d'en prendre conscience et d'acquérir une sensibilité épistémologique, afin que la dogmatisation du discours de l'enseignant, en se produisant malgré lui et à son insu, ne fasse pas obstacle à ses projets d'enseignement et d'éducation si ceux-ci visent l'appropriation continue de connaissances scientifiques et la décontextualisation de la démarche scientifique.

utiliser un
dispositif
pédagogique
pour mettre en
cohérence le
fond et la forme
dans un
enseignement
scientifique

(3) Terme désignant toute personne s'adonnant à une recherche rémunérée ou non.

Proposé parallèlement comme un objet d'étude aux apprenants, cette **familiarisation** avec les attitudes cognitives de la démarche scientifique pourrait leur permettre d'acquérir, eux aussi, un sentiment de sécurité, non plus fondé sur la conservation d'un connu immuable et statique, mais sur l'aptitude à traiter dynamiquement des informations nouvelles et à remanier leurs représentations. Cette capacité à surmonter des "ruptures épistémologiques" évoquées par Bachelard (1938) et à évaluer le contexte épistémologique de son activité mentale devrait se traduire par une dépendance moindre par rapport aux contextes des différents apprentissages et pourrait favoriser globalement les situations d'apprentissage (Favre, 1993). Un tel apprentissage de la démarche scientifique va, nous semble-t-il, dans le sens préconisé par Désautels (1989) lorsqu'il exprime "... il sera à notre avis nécessaire d'intégrer à nos stratégies pédagogiques des activités qui visent explicitement à favoriser chez les élèves une réflexion sur leur propre savoir et ses modes de production." et par Fourez (1992) lorsqu'il souhaite intégrer "une formation épistémologique" au sein du projet d'alphabétisation scientifico-technique. Cet apprentissage pourrait en effet contribuer à faire émerger dans le sens plus restreint défini par Drouin (1991) ce que serait un "élève épistémologue". L'acquisition de ces capacités cognitives, ou peut-être même métacognitives en se référant à Noël (1991), pourrait également fournir la possibilité à l'apprenant de mieux "résister" à l'effet, qu'on peut imaginer inhibiteur sur la motivation, d'un enseignement scientifique qui trop souvent, dans la pratique, associe paradoxalement des modes d'apprentissage explicites et implicites basés sur des paradigmes opposés (PTDI et PTSI) et non reconnus comme tels par les apprenants comme par les enseignants.

A la question posée par le titre de cet article : "Peut-on décontextualiser la démarche scientifique ?", on peut répondre par l'affirmative dans la mesure où la modélisation des attitudes cognitives que nous avons produite ne fait plus dépendre la démarche scientifique d'un contexte particulier de recherche ou de discipline. L'apprentissage proposé ici utilisant cette modélisation et une base d'énoncés a-disciplinaires devrait permettre une meilleure transférabilité de la démarche scientifique vers des contextes plus spécialisés.

Daniel FAVRE
 Yves RANCOULE
 Laboratoire de modélisation
 de la relation pédagogique
 Université de Montpellier II

BIBLIOGRAPHIE

- ASTOLFI (J.P.) et DEVELAY (M.) 1989. *La didactique des sciences*. QSJ n° 2448. Ed. PUF, Paris.
- BACHELARD (G.) 1938. *La formation de l'esprit scientifique*. Ed. Vrin, Paris.
- BENVENISTE (E.) 1966. *Problèmes de linguistique générale*. Vol. n°1. Gallimard, Paris.
- CHEVALLARD (Y.) 1985. *La transposition didactique*. Ed. La pensée sauvage, Grenoble.
- DÉSAUTELS (J.) 1989. "Développement conceptuel et obstacle épistémologique", in *Construction des savoirs, obstacles et conflits*, N. Bednarz et C. Garnier dir., Agence d'Arc. CIRADE, Ottawa, p. 258-267.
- DROUIN (A.M.) 1991. "A propos de l'expression : l'enfant épistémologue". *ASTER*, n°12, pp. 27-37.
- FAVRE (D.) 1990a. "Production de savoirs en relation avec l'acquisition des attitudes spécifique de la démarche scientifique". *Actes du 1er Colloque International de Tours "La formation par production de savoirs"*, 1-2 octobre.
- FAVRE (D.) 1990b. "Démarche scientifique et mobilités des représentations", *Actes du Colloque International de la Société Française de Chimie "Les représentations : méthodes et résultats"*, La Grande-Motte, 26-31 novembre, pp. 7-16.
- FAVRE (D.) 1991a. "Démarche scientifique et pédagogie". *Transversales Science/Culture*, n° 8, pp. 12-13.
- FAVRE (D.) 1991b. "Conception de l'évaluation et rupture épistémologique". *Actes du colloque international de l'AFIRSE : "Les évaluations"*, 9-10 mai, Carcassonne, pp. 93-97.
- FAVRE (D.) 1993. "L'introduction de la démarche scientifique dans l'acte pédagogique peut-elle favoriser l'acquisition de nouvelles représentations ?" *Actes des journées d'études du Groupe Inter-universitaire de Recherche en Formation et en Education*. 13-15 janvier 1992, Montpellier (à paraître).
- FOUREZ (G.) 1992. "Alphabétisation scientifique et technique et îlots de rationalité", *Actes des XIV^e Journées Internationales sur l'Éducation Scientifique de Chamonix* : pp. 45-56.
- GIORDAN (A.) et DE VECCHI (G.) 1987. *Les origines du savoir : des conceptions des apprenants aux concepts*. Eds. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel-Paris.

JOHSUA (S.) et DUPIN (J.J.) 1989. *Représentations et modélisations : le "débat scientifique" dans la classe et l'apprentissage de la physique*. Ed. Peter Lang, Berne, Francfort, New-York, Paris.

KUHN (T.S.) 1962. *La structure des révolutions scientifiques*. Flammarion (trad. fran.1983), Paris.

LATOUR (B.) 1989. *La science en action*. Ed. La Découverte, Paris.

LATOUR (B.) et WOOLGAR (S.) 1979. *La vie de laboratoire, la production des faits scientifiques*. Ed. La Découverte (trad. fran, 1988), Paris.

MORANGE (D.) 1985. "Quelques aspects des fonctions du langage dans la résolution de problèmes additifs". *Séminaire de didactique des mathématiques et de l'informatique 85-86*, pp. 3-38.

NOEL (B.) 1991. *La Métacognition*. Coll : Pédagogie en développement, Eds. De Boeck-Wesmael-Editions Universitaires, Paris.

PETERFALVI (B.) 1991. "Apprentissage de méthodes par la réflexion distanciée". *ASTER n°12*, pp. 185-217.

POPPER (K.) 1965. *Conjonctions and refutations*. Routledge and Keagan Paul Eds., London.

SCHIFF (M.) 1992. *L'homme occulté, le citoyen face au scientifique*. Les Ed. Ouvrières, Paris.

VIGOTSKI (L.S.) 1934. *Pensées et langage*. Ed. Sociales, (trad. fran, 1985), Paris.