Michel FABRE

Agnès MUSQUER

VERS UN RÉPERTOIRE D'INDUCTEURS DE PROBLÉMATISATION

ANALYSE D'UNE BANQUE DE SITUATIONS-PROBLÈMES

Résumé : Dans cet article, les auteurs étudient la banque de situations-problèmes de Gérard de Vecchi en vue du repérage et de l'analyse des inducteurs de problématisation que contiennent les scénarii. Il ne s'agit pas d'une étude critique de ce corpus en vue de tester ce matériel pédagogique. Les auteurs utilisent les scenarii proposés comme un réservoir d'exemples pour constituer un répertoire. Il s'agit d'une étude inductive, mais qui s'effectue dans le cadre d'un modèle de problématisation élaboré dans les travaux précédents des auteurs. Après avoir défini l'idée d'inducteur à partir d'analyses de cas, l'article tente un repérage des différents types d'inducteurs selon leur fonction dans la problématisation mais également selon leur rôle argumentatif et épistémique.

Mots-clés : Inducteur de problématisation – Situation-problème – Banque de situation-problème – Aide à la problématisation.

Dans la panoplie d'outils à destination des enseignants, on voit se multiplier des « banques de situations problèmes », autrement dit des répertoires de scénarii didactiques à compléter par les enseignants et à adapter au contexte de leur classe. L'enseignant se trouve alors dans la situation d'un romancier ayant à développer une idée séminale en vue de la construction d'une intrigue. On peut faire l'hypothèse que les scenarii de situations-problèmes seront d'autant plus utilisables par les enseignants qu'ils contiendront suffisamment d'indications sur les aides à apporter aux élèves pour problématiser la situation proposée, aides que nous appelons, dans un autre article, les inducteurs de problématisation (Fabre et Musquer 2009).

Encore faut-il apprendre à repérer les inducteurs de problématisation contenus dans les scenarii proposés, ce qui suppose l'élaboration d'outils de description et d'analyse. C'est ce que vise ce travail à partir d'une étude de la « banque de situations problèmes » proposée par Gérard De Vecchi (2004). Notre but n'est pas du tout d'évaluer la pertinence pédagogique ou didactique de cette banque, ce qui exigerait pour le moins que ces situations soient testées dans les classes. Nous l'utiliserons plutôt comme un réservoir d'exemples pour dresser un inventaire des types d'inducteurs de problématisation et décrire le plus précisément possible leurs caractéristiques. Nous tenterons ainsi de construire inductivement un répertoire des inducteurs dans le cadre de notre modèle de problématisation.

Dans un premier temps nous construirons la notion d'inducteur, à partir des travaux antérieurs de notre équipe sur la problématisation et en analysant en détail deux situations-problème proposées dans la banque. Dans un deuxième temps, nous effectuerons un repérage plus systématique des différents inducteurs possibles. Nous discuterons ensuite les procédures méthodologiques suivies et le modèle construit. Enfin, nous tenterons de montrer les enjeux pédagogiques et didactiques de l'idée d'inducteur de problématisation.

QU'EST-CE QU'UN INDUCTEUR DE PROBLÉMATISATION ?

Une des difficultés inhérentes à l'accompagnement du processus de problématisation est de savoir comment aider l'élève à problématiser tout en évitant de le faire à sa place. Autrement dit : comment aider l'élève à sortir du puits sans lui faire la courte échelle (Fabre, 1989) ? Nous appelons inducteurs de problématisation des aides bien spécifiques, susceptibles d'activer les schèmes cognitifs de l'élève et ceci par rapport aux différentes opérations du processus de problématisation et de leur contenu (Fabre et Musquer, 2009). Pour *l'Encyclopædia Universalis,* l'induction désigne (que ce soit en électromagnétique ou en biologie) les phénomènes d'enclenchement, d'initialisation. Évidemment, dans le cas de la problématisation, les éléments du milieu pédagogique ne sont que des inducteurs potentiels (ou en puissance). Leur présence ne garantit en rien l'activation du processus de problématisation chez l'élève. On n'est pas dans un schéma stimulus/réponse. L'inducteur ne peut fonctionner que par l'opération conjointe du maître et de l'élève. Il faut donc que le maître ait conçu des inducteurs pertinents ou qu'il sache les reconnaître en situation et que l'élève soit capable de saisir cette sollicitation. C'est l'ambition des banques de situations-problèmes de fournir aux enseignants, non seulement des idées de situations mais également des outils. Notre travail est de repérer, parmi les outils proposés, ceux qui constituent des inducteurs de problématisation potentiels.

Mais il faut auparavant préciser notre conception de la situation-problème, le modèle de problématisation sur lequel nous travaillons et la définition que nous proposons des inducteurs.

Situation-problème et problématisation

Dans l'ouvrage théorique qui sert de référence à la banque, Gérard de Vecchi et Nicole Carmonna-Magnaldi (2002) développent une conception exigeante de la situation-problème, tout en la généralisant à l'ensemble des disciplines et à tous les niveaux scolaires, de la maternelle à l'université et à la formation des adultes. Pour eux, la situation problème vise la construction de concepts nouveaux. Elle se distingue donc des devinettes, des exercices d'application, des manipulations sans problèmes et des problèmes ouverts qui concernent davantage l'apprentissage des démarches que celui des contenus. Les auteurs attribuent ainsi cinq caractéristiques à la situation-problème : a) l'exigence de sens ; b) la présence d'un obstacle ; c) la nécessité du questionnement des élèves ; d) la visée de rupture ; e) la présence d'un enjeu de savoir d'ordre général ; f) la métacognition.

Pour les auteurs, il ne suffit pas de réussir la situation-problème pour acquérir un savoir doté de quelque généralité. Encore faut-il comprendre pourquoi on a réussi ou échoué. L'apprentissage ne coïncide avec la solution du problème que si celle-ci s'avère suffisamment raisonnée. On vise donc ici l'explicitation des raisons ou des principes et pas simplement un simple succès. Les auteurs insistent également sur les idées de rupture et d'obstacle. D'où une pédagogie de la provocation intellectuelle mettant en avant le rôle du paradoxe et du défi dans l'apprentissage, sous l'ombre tutélaire de Socrate. La question est de savoir comment opérer cette remontée vers les raisons. Si l'on exclut les interventions trop artificielles (par exemple les suggestions du maître extérieures au contenu de savoir en jeu, prenant l'allure de devinettes…), c'est bien du contenu de la situation elle-même que doivent émerger des aides à la problématisation.

Nous faisons nôtre cette conception de la situation problème. Toutefois, nos travaux sur la problématisation nous conduisent à mettre l'accent – plus que ne fait De Vecchi – sur la construction du problème. Dans nos recherches antérieures (Fabre, 1999, 2005, 2006, 2009), nous avons défini (à la suite de Dewey, 1993, 2004) différentes dimensions du problème (la position, la construction, la résolution) en insistant sur sa construction. En effet, dans le cas de la situation-problème l'élève n'a pas à faire à un énoncé complet mais doit construire cet énoncé à partir d'éléments fournis dans la situation et d'autres à chercher ou à inventer. A partir d'un questionnement plus ou moins précis et de matériaux divers, l'élève est donc invité à construire les données du problème ainsi que ses conditions. Par conditions, nous entendons les critères, les principes, les concepts, les règles qui commandent le processus de problématisation et constituent ainsi les conditions de possibilité des solutions, des conditions *sine qua non*. C'est cette articulation entre données et conditions qui permet l'émission d'hypothèses de solutions, lesquelles peuvent se voir évidemment critiquées en regard des données ou conditions déjà là, mais s'avèrent également susceptibles d'en faire découvrir de nouvelles. Dans beaucoup de cas, ces nouveaux éléments contribuent d'ailleurs à une redéfinition du problème tel qu'initialement construit. En effet, la problématisation n'est pas un processus linéaire, mais elle effectue au contraire une série de va et vient, tantôt descendant vers l'aval des solutions et tantôt remontant vers la reconstruction du problème.

Premier exemple : « Il devrait y avoir deux étés et deux hivers »[1]

Dewey, fournit de nombreux exemples de ce processus de problématisation, mais nous pouvons l'illustrer sur une situation problème extraite de la banque (Situation T1 n°129, cf. Annexes). On vise ici la construction d'une explication astronomique des saisons par l'identification des mouvements de la Terre autour du Soleil. En cours de route, l'enseignant fournit quelques données significatives : quand c'est l'été dans l'hémisphère nord c'est l'hiver dans l'hémisphère sud et inversement. Il pourrait ajouter également quelques informations sur les solstices et les

[1] Les références aux situations problèmes travaillées sont indiquées comme suit : N° du Tome de la banque, N° de la situation. Par ailleurs, quatre situations sont fournies en annexe, dont les deux situations prises comme exemples.

équinoxes. L'ensemble de ces données constituent ce qui est à expliquer (*l'explicandum*). On attend des élèves qu'ils identifient le principe explicatif ou encore la condition du problème, à savoir l'inclinaison de la Terre sur l'axe de l'écliptique (*l'explanans*). Par là, on atteindrait une sorte de nécessité (qu'évoque l'idée de condition *sine qua non*) : il est impossible de rendre compte des données autrement ou sans cela. Naturellement, le traitement de ce problème ne va pas de soi et les élèves commenceront sans doute par émettre d'autres hypothèses. Par exemple, le fait de savoir que la Terre décrit une ellipse autour du Soleil va probablement favoriser une explication en termes de distance : c'est l'été quand la Terre se rapproche du soleil et l'hiver quand elle s'éloigne de celui-ci. C'est en émettant et en critiquant leurs hypothèses successives, en prenant en compte de nouvelles données, en opérant éventuellement une série de simulations que les élèves pourront découvrir le principe explicatif des saisons.

On comprend cependant que l'opération ne peut réussir sans l'aide du maître. C'est pourquoi nous aimons parler de co-construction du problème entre maître et élèves. Mais en quoi consiste précisément cette aide ? Parmi toutes les aides envisageables (organisation du travail, climat de bienveillance, différenciation pédagogique…), nous nous intéressons à celles qui sont susceptibles d'activer les opérations de problématisation chez les élèves. On peut s'en faire une première idée en revisitant la situation-problème évoquée ci-dessus.

Considérons d'abord la question par laquelle le problème est posé. Il n'est pas dit « comment expliquer les saisons ? », mais bien « *Pourquoi* dans une année, y a-t-il *un hiver et un été* ? ». Il s'agit donc d'une modalisation particulière d'une question générale qui qualifie le problème comme un problème explicatif (pourquoi ?).

Si l'on demandait simplement « Pourquoi y a-t-il des saisons ? », on n'indiquerait que de loin les conditions du problème et par conséquent la forme que devrait revêtir la solution attendue (ici une explication). Ce serait un inducteur de type (a). Mais dans ce cas précis, la question est spécifiée en fonction des données : elle met l'accent sur deux réalités (l'été et l'hiver) et attire l'attention sur le fait qu'il n'y a qu'un été et qu'un hiver : notons (b) ce type d'inducteur. Cette question constitue donc un inducteur de problématisation dans la mesure où elle vise à enclencher le traitement du problème en signalant d'emblée les singularités du phénomène à prendre en compte dans l'explication (fonction épistémique). Et dans la mesure également où elle transforme en énigme un fait perçu comme allant de soi (fonction argumentative).

La deuxième intervention de l'enseignant (telle que le scénario l'envisage) consiste dans la critique des solutions des élèves fondées sur la variation de distance entre Terre et Soleil. L'enseignant prévoit alors d'émettre deux objections. La première est formulée comme suit : « Si vous aviez raison, il devrait y avoir 2 étés et 2 hivers par an ! ». Cette objection heurte un fait déjà connu des élèves (le fait qu'il n'y ait qu'une saison de chaque sorte dans une année). De plus, le concepteur prévoit de fournir une donnée supplémentaire, l'alternance des saisons selon les hémisphères : « Il faut savoir que quand on est en été dans l'hémisphère nord, on est en

hiver dans l'hémisphère sud, et cela à la même époque : avec votre hypothèse, cela ne serait pas possible ». Il s'agit là d'une deuxième réfutation qui se fonde sur des « singularités » du phénomène. Ces deux objections visent la rupture d'avec les représentations des élèves, préalables à la reconstruction éventuelle du problème. Elles ont donc une valeur argumentative forte. De même leur teneur épistémologique n'est pas négligeable quoique de sens différent. La première objection met en contradiction l'hypothèse avec des faits bien connus des élèves, alors que la deuxième fait appel à des faits inconnus mais pourtant fondamentaux pour la problématisation en cours. Convenons que ces inducteurs soient du type « e ».

Le scénario prévoit une troisième intervention de l'enseignant, censée apporter aux élèves « deux connaissances » supplémentaires. La première constitue une nouvelle donnée qui vaut, cette fois encore, comme objection aux hypothèses des élèves : la trajectoire de la Terre est en réalité très faiblement elliptique et voisine d'un cercle. Elle vise à contrer une connaissance vraie (l'ellipticité des trajectoires des planètes), mais qui fait obstacle au traitement du problème. La deuxième connaissance concerne les conditions mêmes du problème : la Terre est inclinée sur l'axe de l'écliptique. Les données et la condition étant fournies, l'énoncé du problème sera ainsi complet. L'activité des élèves sera donc orientée vers la résolution du problème, c'est-à-dire la reconstitution du détail de l'explication. Si l'on envisage les possibles pédagogiques ou didactiques, il apparaît que le maître, au lieu de fournir les conditions elles-mêmes (choix parfaitement recevable par ailleurs), aurait pu inviter les élèves à recourir à la manipulation d'un matériel adéquat (lampe électrique, globe terrestre…), c'est-à-dire choisi en fonction de la structure du savoir à construire. Ce matériel, qui jouerait le rôle d'un inducteur spécifique, rendrait possible une simulation en vue de découvrir les conditions de possibilité de la solution : l'inclinaison de la Terre sur son axe. Appelons « c » les inducteurs de ce type, susceptibles d'articuler données et conditions. On comprend également qu'à l'aide de ce dispositif, l'enseignant aurait pu fournir des aides pour l'émission de nouvelles hypothèses, en rappelant les conditions (inducteur d), ou les données (inducteur e).

Deuxième exemple : « Qui va gagner de la poule ou du loup ? »

Prenons un deuxième exemple (T2, n° 231, cf. Annexes)**.** Il s'agit d'une situation de compréhension de texte proposée à des élèves de cycle 3 de l'école primaire. L'objectif est de sensibiliser les élèves à la polysémie d'un texte. Un texte peut avoir plusieurs sens sans toutefois autoriser n'importe quelle interprétation. L'histoire choisie met en scène un loup gourmand qui nourrit une poule et sa couvée pour les dévorer lorsqu'ils seront bien engraissés. Voyant son cheptel à point, le loup décide de passer à table. Mais la poule et ses poussins lui font un tel accueil et lui offrent un si bon repas que le loup remet à plus tard sa décision. Le texte se termine ainsi : « Flûte alors se dit le loup en entrant chez lui. Demain je préparerai peut-être une centaine de sablés fondants pour ces coquins-là ». Mais que peut bien signifier cette dernière phrase ? Toute la question est bien d'interpréter les véritables intentions du loup et de savoir si la poule est aussi naïve qu'on peut le penser à pre-

mière vue. Il s'agit donc de permettre l'accès à la polysémie des textes, ce qui constitue donc ici une condition fondamentale de sa compréhension.

La préparation ne suit pas un ordre chronologique. On peut néanmoins reconstituer sa logique implicite. Le concepteur fournit une histoire et la donne à lire. Il n'envisage aucune difficulté particulière de compréhension de l'intrigue à ce niveau. Le texte est assimilable à une série de données structurées. La dernière phrase du texte est ambiguë et constitue une énigme. La consigne pourrait être : « comment comprenez-vous cette phrase ? ». Le concepteur anticipe le fait que, pour les élèves, il n'y a généralement qu'une interprétation possible des textes, laquelle est probablement ici conforme aux stéréotypes : loup malin et poule naïve. C'est pourquoi, le concepteur ajoute : « Deux problèmes subsistent. Et si le loup était plus malin et plus gourmand ? Et si la poule était moins naïve qu'on le suppose ? ». On a bien là un inducteur de type (a) dans la mesure où on suggère l'existence d'un double sens (condition de la compréhension du texte). Mais on le fait, indirectement pour ainsi dire, en se fondant sur une série de présuppositions concernant les stéréotypes des élèves. Tout se passe comme si l'on anticipait les solutions erronées que vont proposer les élèves en les récusant d'avance. Notons (a^2) les inducteurs de ce type qui visent à provoquer, dès la position du problème, une rupture d'avec les solutions supposées des élèves.

Le scénario suggère à l'enseignant de poser une deuxième question « Que s'est-il réellement passé dans la tête du loup et de la poule ? ». On a là un inducteur qui se situe dans le prolongement des inducteurs (a^2) précédents en les amplifiants. En effet, on émet l'idée de bien séparer l'apparence (le comportement extérieur, le discours des personnages) et leurs intentions cachées. Si l'on voulait mieux matérialiser cet inducteur, on pourrait proposer aux élèves un tableau à double entrée comme ci-dessous :

Personnages	Ce que dit ou fait le personnage	Mais, dans sa tête, il se dit ceci :	A moins qu'il ne se dise cela :
Le loup			
La poule			

La ligne supérieure du tableau fournit une expression concrète de la polysémie, donc d'une certaine manière, la règle d'interprétation. Un tel outil qui structure les données en fonction d'un degré minimal de formulation des conditions aiderait sans doute les élèves à repérer les phrases du texte qui s'avèrent immédiatement compréhensibles et celles qui recèlent des ambiguïtés. Il s'agit là d'une variété d'inducteur de type (c) qui tend à organiser les données en fonction des conditions du problème. Dans l'exemple précédent, nous avons déjà rencontré un inducteur de type (c) lorsque nous avons évoqué le matériel permettant la simulation des saisons. Cet outil devait permettre de trouver le principe explicatif du phénomène (la condition de possibilité) à partir des données : il avait une forme inductive (notée désormais $c^{i)}$. Ici l'inducteur (c) revêt une forme déductive (notée c^{d}) dans la mesure où

l'on fournit un certain niveau de formulation des conditions aux élèves, lesquels ont alors à chercher les cas ou les exemples correspondants.

Premier bilan : quelques caractéristiques des inducteurs

L'analyse détaillée de ces deux exemples de situations-problème permet de préciser quelques caractéristiques des inducteurs de problématisation.

1) L'inducteur de problématisation est un *élément du milieu pédagogique* ou didactique visant à aider l'élève à problématiser. Ne confondons pas l'inducteur avec les processus mentaux qu'il est censé enclencher chez les élèves. L'inducteur appartient au milieu, c'est un élément extra-psychique. Distinguons-le également des éléments du problème (par exemple les données, les conditions…) à l'élaboration desquels, il est censé contribuer. L'inducteur consiste plutôt *dans une certaine manière* de questionner, de présenter les données, d'induire les conditions, ou encore dans le fait de suggérer ou de critiquer des hypothèses de solution.

2) On appellera *« amorce » le trait de surface de l'inducteur* qui peut prendre la forme d'une consigne, d'un document, d'une observation, d'une expérience, ou émerger du dispositif mis en place, des interactions… Notons bien que la même amorce (par exemple une consigne) peut enclencher plusieurs inducteurs et inversement, un même inducteur peut se manifester dans plusieurs amorces.

3) Un inducteur de problématisation peut-être étudié de *trois points de vue* selon que l'on focalise sur :

a) l'opération de problématisation qu'il tend à activer (fonction cognitive) : la position, la construction ou la résolution du problème ;

b) la fonction argumentative qu'il remplit. La problématisation exige que les données fournies, les hypothèses suggérées fassent débat. Les inducteurs sont également des aides à la proposition (d'hypothèses, d'arguments), mais aussi à la preuve et à la critique. Si cette dimension argumentative fait défaut, les éléments du problème ne constituent pas de véritables enjeux intellectuels : il n'y a rien à prouver, rien à critiquer, rien à débattre. La dimension argumentative renvoie à l'idée de mise en scène, d'incarnation psychosociale de l'activité de problématisation.

c) les choix didactiques qu'il concrétise (fonction épistémique). En effet, on ne problématise pas à vide et le dispositif vise la construction d'un savoir précis dans un domaine précis. La pertinence didactique d'une situation-problème tient à ce que le « noyau de savoir » à construire a été convenablement identifié et défini.

4) Dans les exemples étudiés ci-dessus, nous avons identifié *plusieurs types d'inducteurs* :

- des inducteurs de position du problème, spécifiant plus ou moins les conditions (type a) ou les données (type b) ;
- des inducteurs visant l'émission d'hypothèses en fonction des conditions (type d) ou en fonction des données (type e) ;
- des inducteurs visant la critique des solutions au regard des données (type e) ;
- des inducteurs visant à articuler données et conditions du problème, comme dans le cas de la simulation des mouvements de la Terre autour du soleil (type c).

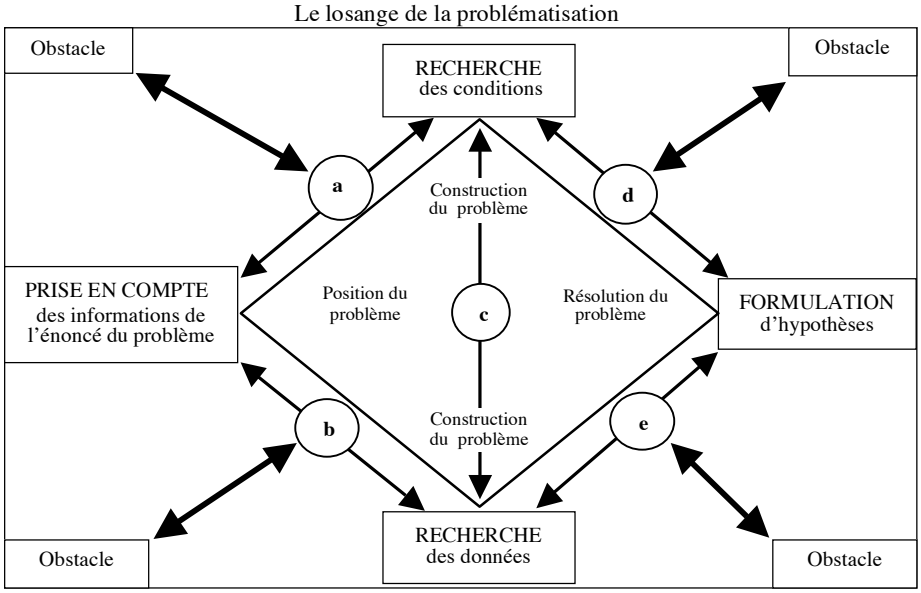
5) Si la problématisation consiste en un va et vient entre la descente vers les solutions et la remontée vers la reconstruction du problème**,** il faut en tenir compte pour caractériser les inducteurs. Nous affecterons d'un exposant [1] *les inducteurs descendants vers les solutions* et d'un exposant [2] *les inducteurs opérant une remontée vers la construction du problème*. Ainsi, nous devons bien distinguer, dans le scénario sur les saisons, les inducteurs de type d^1 ou e^1 qui visent l'élaboration d'hypothèses en fonction des conditions ou des données déjà construites et les inducteurs d^2 ou e^2, qui visent la critique de ces mêmes hypothèses en fonction de conditions ou de données.

6) Comme le soulignera le schéma du losange, ci-dessous, le processus de problématisation s'effectue sur deux axes. Un axe horizontal, allant de la position à la solution et inversement de celle-ci à la reformulation du problème). Et un axe vertical articulant données et conditions. Sur ce dernier axe, nous avons repéré des inducteurs de type (c) dont nous avons distingué deux formes : *la forme inductive* (des données vers la découverte des conditions : $c^{i)}$ *et la forme déductive* (des conditions vers les données : c^d).

7) Évidemment, l'intérêt des inducteurs, leur enjeu pédagogique et didactique est bien de contrer *les obstacles épistémologiques* à la construction des concepts visés par la situation-problème. Pour nous, la situation problème, loin d'éviter l'erreur, doit au contraire faire émerger les obstacles pour pouvoir les travailler.

Nous pouvons à présent résumer l'acquis de notre travail dans le « losange de la problématisation » qui schématise les différentes opérations de la problématisation, en prenant en compte les obstacles qui ne manquent pas de grever cette démarche, comme nous l'avons vu dans les exemples précédents. Sont indiqués également les inducteurs des différents types repérés.

Le losange de la problématisation



VERS UN RÉPERTOIRE DES INDUCTEURS

Nous proposons à présent une lecture transversale de plusieurs scenarii proposés par de Vecchi afin de repérer et d'analyser des cas typiques d'utilisation des inducteurs pour chaque opération de la problématisation : a) la position du problème ; b) la construction du problème ; c) le travail sur les hypothèses. Nous sélectionnerons quelques scenarii qui nous paraîtront suffisamment explicites quant aux aides proposées pour la problématisation des élèves. Il ne s'agit pas d'une étude exhaustive de la banque de situation-problème puisque nous ne visons pas l'évaluation d'un matériel pédagogique. Notre démarche consiste à construire le tableau le plus complet possible des divers types d'inducteurs. Nous estimerons que notre enquête sera suffisamment aboutie quand nous constaterons que notre répertoire sature, c'est-à-dire quand nous ne rencontrerons plus de cas nouveaux[2].

La position du problème

La position du problème concerne la manière dont est formulé l'énoncé (forcément incomplet puisqu'on est dans une situation-problème et non dans un problème classique). Repérons ici quelque cas.

L'énoncé peut être formulé de manière directe à l'aide d'un inducteur de type (b1) qui *oriente le questionnement en fonction des données* comme on l'a vu pour la situation T1 n°129. Quand on demande « Pourquoi dans une année y a-t-il un hiver et un été ? On peut également poser le problème en induisant la *recherche de conditions* (a1). Par exemple, dans la situation T1 n° 55 « C'est très compliqué l'intérieur du bras », on pose la question : « Expliquer comment on peut *plier et déplier* l'un par rapport à l'autre ». Ici, la question recèle un inducteur de type (a1) puisqu'on suggère une idée d'articulation (plier et déplier), ce qui constitue une anticipation des conditions du problème.

Dans certains cas, le scénario, au lieu d'orienter le questionnement en fonction des données ou des conditions, envisage une forme indirecte de position du problème (notée a^2). Il présuppose chez les élèves des représentations erronées qu'il veut attaquer de front et c'est en fonction de ces représentations supposées que s'effectue l'entrée en matière. Il s'agit bien toujours de la position du problème, mais celle-ci s'effectue alors comme une critique anticipatrice des solutions erronées que vont probablement fournir les élèves. C'est donc bien un mouvement allant de l'aval des solutions vers l'amont de la (re)formulation du problème. L'entrée en matière comporte alors une valeur argumentative très marquée. Dans le scénario T2 n° 231, déjà analysé, elle s'effectuait comme une mise en garde : ne nous laissons pas guider par nos stéréotypes ! Mais elle peut également prendre la forme d'un paradoxe, comme dans le scénario T2 n° 189. Le concepteur anticipe le fait que les élèves ont une représentation du nombre : « Bien entendu vous savez ce qu'est un nombre ». Il prévoit toutefois le fait que ces représentations sont erronées. Sa formulation initiale vise à prendre en défaut les réponses des élèves en contrant par avance les principes

[2] La banque compte 304 scenarii, nous n'en avons utilisé que 20 pour élaborer notre répertoire. Nous les avons choisis dans les disciplines suivantes : Français, Mathématiques, Sciences Naturelles, Histoire, Enseignement artistique.

sur lesquelles elles sont censées se fonder : « Mais si je vous dis qu'un nombre, ce n'est ni une quantité, ni un ou plusieurs chiffres, comme vous l'avez probablement appris, que me répondez-vous ? ». Même procédé pour le scénario T1 n° 143 (cf. Annexes) « Des barbares pas aussi barbares qu'on le croit ? » où il s'agit de contrer les préjugés sociaux sur les peuples dits « barbares ». La question initiale « alors les barbares étaient-ils des barbares ? » constitue un bon spécimen d'inducteur (a^2). Les exemples fournis (illustrant l'idée que les barbares peuvent être civilisés et les civilisés barbares) sélectionnent d'ailleurs des données contre-intuitives faisant apparaître civilisés les soi-disant barbares et inversement (b^2).

D'une manière générale, dans cette banque de situations-problème, la position du problème reçoit une fonction didactique très spécifique : elle vise à faire exprimer les représentations des élèves, éventuellement les obstacles avec lesquels la situation-problème envisage de rompre. D'où la fréquence des inducteurs a^2 et b^2 illustrant l'idée de paradoxe ou de défi. Ce qui est parfaitement cohérent avec la revendication d'une pédagogie de la provocation intellectuelle et de la rupture d'avec les représentations premières (De Vecchi et Carmona-Magnaldi, 2002, p. 66).

La construction du problème

Dans les scenarii proposés, les conditions ne sont quelquefois que *suggérées***.** Ainsi, dans la situation T1 n° 65 « De l'eau qui devient le bois des arbres », après la rupture d'avec les représentations des élèves, le concepteur entame la phase de construction du problème par la suggestion suivante : « Et si les plantes vertes absorbaient un aliment par les feuilles ? ». Il ne s'agit ici ni de l'énoncé de la condition, ni d'un véritable inducteur, mais plutôt d'une suggestion de type devinette qui est censée « mettre sur la voie » en enclenchant une recherche d'informations en mémoire ou une documentation. Nous ne nous prononçons pas sur la pertinence ou sur l'intérêt d'un tel procédé, lequel a sans doute sa légitimité pédagogique. Mais c'est l'occasion de distinguer suggestion et induction. Dans la suggestion, la recherche des données ou des conditions est déclenchée de manière extérieure et quelque peu artificielle. Il y a induction au contraire quand le déclenchement s'opère exclusivement sur la base de données, ou d'éléments de conditions présents dans la situation.

La construction du problème peut être provoquée de plusieurs manières, *inductive ou déductive*, selon que l'on part des données pour chercher les conditions ou inversement des conditions (ou d'un certain niveau, plus ou moins abstrait, de formulation des conditions) pour chercher des données ou structurer les données déjà trouvées. Parfois, le concepteur espère enclencher la découverte des conditions à partir du dispositif ou des évènements didactiques qu'il peut provoquer. Dans la situation T1 n° 108b, il lance un défi en enclenchant une manipulation : « Quand on met un morceau de pâte à modeler dans de l'eau, il coule. Mais il peut aussi flotter ! Essayez. » On attend ici de l'expérience qu'elle mette les élèves sur la piste d'un critère de forme qui constitue un premier pas vers le principe d'Archimède (c^i). De même, dans le scénario T1 n° 63, « Respirer sans poumon… et même sans branchie », on tente de dégager les conditions de possibilité de la respiration à partir des

caractères communs à une série d'animaux (c^i). Dans la situation T1 n° 62 « C'est la viande qui respire », où il s'agit de faire comprendre que la respiration est un phénomène de niveau cellulaire destiné à produire de l'énergie, un « document d'aide », un tableau comparant un muscle au travail et un muscle au repos permet d'inférer que l'excédent d'oxygène est utilisé pour la production d'énergie, ce qui est induire une condition du problème. On a bien affaire alors également à un inducteur de type (c^i). Mais, si on y ajoute – comme c'est le cas dans la suite du scenario – une formule telle que (glucose + dioxygène – dioxyde de carbone + eau + libération d'énergie), l'aide prend alors une forme déductive (c^d), puisqu'un niveau de formulation de la condition est alors fournie. Il en est de même dans l'histoire de la poule et du Loup, T2 n° 231, déjà étudiée. L'induction – nous l'avons vu – y est produite par les questions du concepteur complétées éventuellement par un tableau à double entrée, questions et tableau proposant un certain niveau de formulation des conditions (c^d).

Enfin, dans certains scenarii, *les conditions sont directement fournies* et quelquefois à un niveau relativement élaboré de formulation**.** Dans le scénario T1 n° 133 « Un objet brûlé qui pèse plus lourd ? », après avoir contré les représentations des élèves qui surestiment le poids du plomb fondu par rapport au plomb intact, le concepteur fournit aux élèves une information : « Le plomb peut être oxydé en se combinant à l'oxygène de l'air pour former de l'oxyde de plomb. Essayez de comprendre ce que cela veut dire ! ». On prévoit ici de donner aux élèves, si non la solution du problème, du moins le principe explicatif à partir duquel ils reconstruiront (ou comprendront) la solution. De même dans le scénario T1 n° 129, le concepteur fournit aux élèves les principes explicatifs des saisons : la trajectoire de la Terre est très peu elliptique et la Terre est inclinée sur l'axe de l'écliptique.

Dans les exemples analysés ici, les inducteurs de type (c) visant l'articulation des données et des conditions ne sont que peu utilisés. Tout se passe ici comme si cette dimension de construction était quelque peu négligée au profit soit de la position soit de la résolution. Ainsi, l'orientation du questionnement vers les conditions du problème repose la plus part du temps, exclusivement sur des inducteurs de type a ou b. La question est de savoir cependant si un modèle de problématisation mettant l'accent sur la construction des problèmes ne devrait pas favoriser davantage l'élaboration d'inducteurs de type (c).

Le travail sur les hypothèses

Il est essentiellement de deux types : il s'agit soit d'aider les élèves à émettre des hypothèses, soit à les critiquer. Tout ceci en fonction des données ou des conditions du problème.

Les aides à l'émission d'hypothèses peuvent concerner *l'anticipation de la forme des solutions (d^l).* Il peut s'agir de fournir des règles d'action. Dans le scénario T2 n° 241 « Où sont les sujets », on donne une règle pour trouver le sujet : encadrer par « c'est…. qui… ». Il s'agit bien ici d'un bas niveau de formulation des conditions. Dans d'autres cas, on cherche à élargir les possibles. Dans la situation T2 n° 210 « partager quand on croit qu'on ne peut pas », il s'agit de distribuer dix

carrés de chocolat à trois enfants. Il est probable que les élèves pensent la chose impossible car ils anticipent la forme de la solution de manière trop étroite : la solution doit tomber juste, le partage doit être égal. On peut suggérer que les parts peuvent être inégales, ou encore que si ça ne tombe pas juste, on peut se partager les restes. De même, dans le scénario T2 n° 198 « Partager dix-sept éléphants en trois », où le problème n'a pas de solution entière, l'aide peut consister en cette suggestion : « Et si les trois fils demandaient à un voisin de leur prêter un éléphant ». L'aide consiste ici à émettre l'idée qu'une une solution approchée est admissible.

L'aide à la formulation d'hypothèses peut consister également dans *l'anticipation du contenu des solutions***,** ce qui implique un travail sur les données (e^1). Cette aide peut consister à souligner l'importance de certaines données**.** Ainsi, dans le scénario T1 n° 103 « Rien de plus complexe qu'un phénomène familier », il s'agit de faire comprendre que le phénomène d'évaporation ne signifie pas la disparition de l'eau mais sa transformation. Quand le maître fait remarquer « au passage » la buée sur les vitres, il met les élèves sur la voie des changements d'état de la matière. Il peut s'agir également de proposer des *outils de structuration de données facilitant la résolution*. Ainsi, le scénario T2 n° 193 « cinq personnes qui devraient s'arrêter de fumer », se présente comme une sorte de devinette dont la solution ne peut être obtenue qu'en construisant un tableau à double entrée permettant de combiner les attributs des cinq personnes.

La critique des hypothèses a pour finalité de provoquer des *ruptures* d'avec les solutions des élèves (De Vecchi et Carmona, 2002, p. 94). On peut examiner les hypothèses en fonction des conditions du problème (d^2)**.** Dans le scénario T1 n°57 « si les aliments entrent… et sortent, à quoi ça sert ? », les élèves émettent des hypothèses telles que : « tous les aliments ressortent du corps en excréments. » La critique en appelle, entre autres, à la signification de la nutrition : à quoi ça sert alors de manger ? On rappelle ainsi que, pour être valable, la solution proposée doit rendre compte de la fonction biologique du trajet des aliments. La critique des hypothèses signifie ici la recherche des raisons, des fondements des solutions, de leurs conditions de possibilités.

Dans les scénarii T2 n° 33 « Un urinoir comme œuvre d'art » et T2 n° 34 « c'est de l'art ou de l'artisanat ? », les élèves sont invités à *justifier leurs réponses* en recherchant les critères possibles (les conditions) d'une œuvre d'art. La critique des hypothèses peut également consister dans l'émission d'anti-conditions**,** c'est-à-dire des fausses raisons sur lesquelles s'appuient les obstacles. Dans le scénario T1 n° 55, les élèves émettent des hypothèses sur la structure et la fonction des éléments dessinés (le dessin du bras). S'engagent alors des débats contradictoires entre élèves. Le concepteur anticipe une régulation du débat par le maître. Les conditions du problème ne sont toutefois jamais explicitées. Elles ne sont mentionnées que négativement, par l'inventaire des obstacles s'opposant à la prise de conscience de ces conditions (segmentation, articulation, fixation…) (d^2).

La critique des hypothèses peut également s'effectuer *en fonction des données*. Dans certains cas, on n'introduit pas de nouvelles données, on travaille sur les données déjà fournies. Par exemple, dans le scénario T1 n° 133 (cf. Annexes) « Un

objet brûlé qui pèse plus lourd ? », le concepteur pose d'abord une question à propos de l'expérience de Lavoisier : « qu'est-ce qui pèse le plus : le plomb intact et le plomb brûlé ? ». Il anticipe ensuite les représentations-obstacles des élèves qui vont probablement penser que c'est le plomb intact qui pèse le plus lourd et il envisage de les contrer par une donnée tirée de l'expérience de Lavoisier déjà présentée. Lavoisier a en effet constaté que le plomb brûlé a augmenté de poids. Il s'agit bien d'une donnée qui a valeur d'objection (c'est un paradoxe) dans la mesure où elle s'oppose aux représentations spontanées des élèves. Dans d'autres cas, le travail sur les représentations des élèves nécessite l'appel à des données nouvelles comme dans le scénario n° 65 « De l'eau qui devient le bois des arbres ». Le concepteur anticipe que les élèves penseront – comme Van Helmont – que c'est de l'eau que provient la masse de la plante. Il envisage de contrer ces représentations par un apport d'information supplémentaire : « La matière organique contient du carbone et il n'y a pas de carbone dans l'eau ». L'apport d'information consiste quelquefois dans la production de *contre-exemples*. Dans le scénario T1 n° 63 « Respirer sans poumon… et même sans branchie », les élèves pensent généralement qu'il ne peut y avoir de respiration que pulmonaire, on étudie alors la respiration chez les insectes, les poissons, les lombrics.

Un tableau des inducteurs

L'exploration de la banque de données, à partir de notre modèle de problématisation, nous permet de dresser un premier répertoire raisonné des différents types d'inducteurs rencontrés et de préciser leurs différentes fonctions possibles.

1) Les inducteurs de position du problème. Les inducteurs de type (a et b) modalisent la position du problème dans l'énoncé initial. Ils visent à faciliter la compréhension du problème en spécifiant la question initiale en direction des conditions (a^1) ou des anti-conditions (a^2) ou en spécifiant les données (b^1, b^2).

Fonction dans la problématisation	*Amorces*	*Critères d'identification*	*Modalités argumentatives*	*Modalités épistémiques*
a1 Spécification de la question au regard des conditions.	Question Consigne de tâche	- Énoncé initial - Forme de la question (Comment ? Pourquoi ?...) - Oriente le questionnement en énonçant une règle, un critère à respecter.	Énigme Tâche difficile Controverse (piquer la curiosité)	Orientation vers les concepts, le savoir en jeu. Anticipation de la forme de la solution
a2 Spécification de la question au regard des anti-conditions.[3]	Question Consigne de tâche	- Énoncé initial. - Forme de la question (Comment ? Pourquoi ?...) - Oriente le questionnement de manière négative (ce qu'il ne fait	Paradoxe Constat d'échec (Défi, provocation intellectuelle)	Présupposition d'obstacles, de préjugés de représentations erronées.

[3] Les anti-conditions sont les conditions erronées que les élèves vont probablement émettre pour construire le problème.

		pas faire, ce que n'est pas X…)		

Fonction dans la problématisation	*Amorces*	*Critères d'identification*	*Modalité argumentative*	*Modalité épistémique*
b1 Spécification de la question en fonction des données du problème.	Données privilégiées soulignées	- Contenu du questionnement manière de choisir, de présenter les données (exemples, fais significatifs, singularités) - Énoncé initial	Prémisses argumentatives	Schématisation Distinction entre singularités et détails.
b2 Spécification de la question en fonction en fonction des données contre-intuitives	Données privilégiées soulignées,	- Contenu du questionnement manière de choisir, de présenter les données (contre exemples…) - Énoncé initial	Prémisses argumentatives	Présupposition de fausses données privilégiées par les élèves

2) Les inducteurs de construction du problème. Les inducteurs de type (c) concernent des apports plus conséquents et plus structurés. Il s'agit d'articuler données et conditions, ce qui constitue le cœur de la construction des problèmes. Du point de vue épistémique, ces inducteurs constituent des « structurants préalables » (Genthon 1997) qui concernent les points nodaux du savoir à construire. Ils jouent le plus souvent sur un changement de registre : 1) sémiotique (on utilise un schéma pour mieux comprendre un récit ou un énoncé de problème, un tableau à double entrée pour structurer les informations d'un document) ; 2) de cadre (un tableau numérique pour résoudre des problèmes géométriques ou inversement). Alors que les inducteurs (c^i) vont des cas ou des exemples vers les conditions, les inducteurs (c^d) expriment les conditions du problème sous une forme plus ou moins élaborée, ce qui constituent un guidage pour la structuration des données.

Fonction dans la problématisation	*Amorces*	*Critères d'identification*	*Modalité argumentative*	*Modalité apistémique*
ci Structuration des données en vue des conditions (forme inductive)	Tableau, schéma, matériel	- (souvent) Changement de registre symbolique, - En cours de processus,	Relier faits et raisons dans l'argumentation	Trouver la règle, le concept à partir de cas, d'exemples.
cd Structuration des données en fonction des conditions (forme déductive)	Tableau, schéma, Définitions…	- (souvent) Changement de registre symbolique, - En cours de processus,	Relier faits et raisons dans l'argumentation	Fournir la règle ou des éléments de la règle pour analyser les cas, les exemples.

3) La formulation ou la critique des hypothèses. Les inducteurs de type d^1 ou e^1 constituent des aides à l'élaboration d'hypothèses de solutions, tandis que les in-

ducteurs de type d^2 ou e^2 servent au contrôle des hypothèses. Ils sont généralement introduits en cours de problématisation.

Fonction dans la problématisation	*Amorces*	*Critères d'identification*	*Modalité Argumentative*	*Modalité Epistémique*
d1 Anticipation de la forme des hypothèses	Tableau de combinaisons, schémas, formulations partielles…	- Forme des hypothèses (rappel des conditions anticipées ou construites), - Une fois le problème posé mais pas nécessairement construit	Formulation des thèses ou hypothèses : « Si… Alors… »	Explorer les solutions possibles conformes aux concepts, opérations…
d2. Examen des hypothèses au regard des conditions	Dialogues entre élèves ou Interventions magistrales	- Forme des hypothèses (rappel des conditions anticipées ou construites), - Une fois le problème posé (mais pas nécessairement construit)	Objections, réfutations : « Oui… Mais… » Raisonnements par l'absurde.	Tester la validité des hypothèses, au regard des raisons (concepts, opérations) construites ou en cours de construction. Contrer les obstacles
e1Intégration des données pour la formulation des hypothèses	Tableau de combinaisons, schémas, formulations partielles	- Contenu des hypothèses, - Une fois le problème posé (mais pas nécessairement construit)	Formulation des thèses ou hypothèses : « Si… Alors… »	Explorer les solutions possibles conformes aux données initiales ou acquises
e2 Examen des hypothèses au regard des données	Tableaux, Schémas, Formulations	- Contenu des hypothèses, - Une fois le problème posé (mais pas nécessairement construit)	Objections, réfutations : « Oui… Mais… » raisonnements par l'absurde.	Tester la validité des hypothèses, au regard des données initiales ou acquises.

Un tel répertoire est-il exhaustif ? Nous ne prétendons pas avoir fait l'inventaire de toutes les variétés possibles d'inducteurs. Disons seulement que ce nous avons récolté, en partant de notre modèle théorique, nous permet de déterminer des catégories d'inducteurs pour chaque opération de problématisation et d'en préciser leurs fonctions cognitives, argumentatives et épistémique. Naturellement, ce répertoire devra être éventuellement complété à partir d'autres types de matériau empirique.

DISCUSSION

Nous voudrions à présent porter un regard réflexif sur notre démarche d'enquête et ses résultats en insistant sur les questions ouvertes par ce travail.

Questions de méthode

Pour dresser notre tableau, nous avons tenté l'analyse des scenarii de situations problèmes. Ce qui pose trois difficultés d'ordre méthodologique.

La première difficulté tient au *caractère quelquefois très synthétique, voire lacunaire, des scenarii proposés* que l'analyse peut avoir la tentation de compléter. Habituellement, la préparation d'un cours comporte des éléments de planification (cadres pour l'action) et des éléments d'anticipation des interactions (Durand, 1996). Le scénario décrit le dispositif mais doit aussi anticiper, de manière forcément très sommaire, la réaction des élèves aux différentes étapes du processus et en particulier l'émergence des difficultés d'apprentissage et des obstacles. Toute la question, dans ce type d'analyse, est d'en rester au texte des scenarii en se retenant d'imaginer, à la place du concepteur, ce qui risque de se dérouler en classe. Toutefois, restituer la logique interne de la préparation exige *un acte d'interprétation,* dans la mesure où il s'agit bien de reconstituer l'intention didactique en fonction de ce qui est explicité mais aussi de ce qui est présupposé. Ainsi dans le scénario T1 n° 65 « De l'eau qui devient le bois des arbres ? », l'insistance sur les obstacles à la compréhension de la nutrition des végétaux permet de soutenir que l'expérience de Van Helmont proposée aux élèves, anticipe des réponses erronées de leur part. Autrement dit, tout se passe ici comme si le concepteur de la situation prévoyait que les élèves raisonnent comme Van Helmont et attribuent l'accroissement de masse de la plante à l'eau de pluie avec laquelle on l'a arrosée, « ce qui semble logique ». Aussi lorsque de Vecchi écrit « Mais cette matière organique est constituée de molécules à base de carbone… et il n'y a pas de carbone dans l'eau ! », on peut raisonnablement supposer que l'auteur vise à contrer, par la critique des hypothèses à partir des données (inducteur e^2), des obstacles bien repérés par la didactique des sciences.

La deuxième difficulté consiste à reconstruire la logique de la préparation en lui restant le plus fidèle possible. Certaines préparations suivent un déroulement chronologique et esquissent de véritables scénarii pédagogiques. D'autres se contentent d'émettre quelques idées séminales, à charge pour l'enseignant d'imaginer des compléments. Il s'agit donc, dans tous les cas, de tenter de retrouver la logique de la problématisation attendue : de la question initiale vers les solutions.

La troisième difficulté tient à la complexité du processus de problématisation qui fait que chaque élément ne peut s'interpréter qu'en fonction de sa position dans l'ensemble du processus et en fonction de son sens (vers l'aval des solutions ou vers l'amont de la construction ou de la reconstruction du problème). Ainsi, les scénarii étudiés anticipent souvent une phase de résolution du problème (dans laquelle les élèves se précipitent sur la solution commandée par leurs représentations premières), laquelle doit être suivie d'une phase de construction du problème, soit en reprenant la question au départ, soit en critiquant les hypothèses soulevées. Il est cependant souvent délicat de déterminer le rôle cognitif des inducteurs (leur fonction dans la problématisation), dans la mesure où, comme on la dit, les préparations s'avèrent lacunaires et se présentent souvent comme des boîtes à outils mis à la disposition des enseignants, plus que comme de véritables scenarii présentent une organisation chronologique. Le tout se complique du fait qu'une même amorce peut

enclencher plusieurs inducteurs. On est donc emmené à déterminer la fonction dominante de l'inducteur, en tout cas celle qui paraît la plus explicite.

L'analogie entre le repérage des inducteurs et l'analyse narratologique (Propp 1970) est flagrante. Plus les situations-problèmes se présentent comme des récits organisés et plus il est aisé de repérer le sens fonctionnel des inducteurs ou leur rôle c'est-à-dire la manière dont ils se situent par rapport à l'ensemble des autres éléments. Plus la structure des préparations s'avère lâche et plus cette identification est délicate. Il est vrai qu'en revanche elle ouvre sur une pluralité d'interprétations, ce qui stimule la recherche des possibles. En effet, toutes ces difficultés seraient dirimantes si nous cherchions à évaluer un matériel pédagogique. Mais tel n'est pas notre propos. Certes il n'est nullement exclu, il est même à peu près inévitable, que nous ayons, ici ou là, « forcé » quelque peu les intentions didactiques des auteurs. Mais l'essentiel pour notre entreprise est d'avoir bénéficié du pouvoir heuristique de l'analyse des exemples, pour la construction de notre répertoire d'inducteurs.

La liaison entre les fonctions des inducteurs

Une de nos préoccupations, dans ce travail, est d'analyser la fonction de l'inducteur du triple point de vue cognitif, argumentatif et épistémique. Les scenarii proposés nous ont aidés à percevoir l'importance de la dimension argumentative en raison de la posture de « provocation intellectuelle » affichée par l'auteur de la banque. Les situations-problèmes se voient ainsi « dramatisées » afin que leurs enjeux intellectuels deviennent évidents pour les élèves. Nous avons pu ainsi mettre en relief une sorte de style rhétorique, caractéristique de cette pédagogie « socratique » qui anime la banque étudiée : positions du problème en termes d'énigmes, de paradoxes, de controverses, focalisation sur la discussion des hypothèses, avec le rôle privilégié des objections. En insistant sur cette dimension argumentative, nous voulions mettre l'accent sur le fait que la problématisation, pour l'auteur de la banque, ne relève pas seulement de la mise en jeu d'opérations cognitives et de contenus épistémiques, mais possède également un sens conatif. Ceci nous conduit à l'idée que les inducteurs de problématisation se veulent donc également des outils d'enrôlement, étant entendu que la motivation est pensée ici de manière intrinsèque, c'est-à-dire qu'elle relève des intérêts de connaissance attachés aux tâches scolaires[4].

La question est plus délicate concernant la fonction épistémique des inducteurs. Notre idée est qu'il convient sur ce point d'articuler le cognitif et l'épistémique. D'un côté en effet, la problématisation et ses inducteurs peuvent être appréhendés du point de vue des opérations cognitives qui ont une portée tout à fait générale puisqu'on les retrouve dans toutes sortes de problèmes. D'un autre côté, il n'y a de problématisation que d'un objet bien déterminé, dans un domaine précis, structuré par des réseaux conceptuels et des connaissances bien spécifiques. Nos analyses font bien apparaître la dimension épistémique des inducteurs de problématisation : le fait qu'ils n'ont de sens qu'à déterminer et résoudre un problème précis en en-

[4] Rousseau, dans *L'Émile*, joue beaucoup sur cette dimension conative des inducteurs cf M. Fabre (2008).

clenchant une recherche de données et de conditions propres aux champs de savoir considérés ; ou encore le fait qu'ils prétendent heurter des obstacles épistémologiques chez les élèves. Néanmoins, l'élucidation du sens épistémique des inducteurs requerrait – à chaque fois - des analyses didactiques spécifiques, ce qui constitue une gageure s'agissant d'une banque proposant des scenarii couvrant l'ensemble des disciplines de l'école et ceci depuis la maternelle jusqu'à l'université. Dans un article précédent (Fabre et Musquer, 2008), nous avions beaucoup insisté sur la nécessité de donner aux opérations de problématisation et aux inducteurs correspondants une interprétation didactique précise en fonction du contenu à faire apprendre. Cette prétention ne peut évidemment être honorée que dans un travail d'équipe pluridisciplinaire. Notre répertoire d'inducteurs peut néanmoins contribuer à faciliter une telle coopération en repérant les lieux où l'articulation du conceptuel et du cognitif nous paraît la plus déterminante, à savoir les inducteurs de type (c).

CONCLUSION

Quand nous parlons d'inducteurs contenus dans les scenarii didactiques analysés, c'est évidemment par facilité de langage. Nous devrions plutôt parler d'inducteurs potentiels. En effet, les amorces proposées (les consignes, les questions, les différents outils fournis) ne deviendront effectivement des inducteurs que s'ils fonctionnent dans une situation de classe concrète et se révèlent opératoires, c'est à dire enclenchent effectivement chez les élèves les opérations de problématisations visées. D'autre part, il est évident qu'en marge de ces outils programmés par l'enseignant, le déroulement de la situation-problème va déclencher la production d'amorces non prévues qui ne pourront fonctionner comme inducteurs que si l'enseignant les saisit au vol, c'est-à-dire se montre capable de déployer leur potentialité problématisante, argumentative et épistémique. Quel est alors l'intérêt d'une analyse a priori des inducteurs de problématisation ?

Ce type d'analyse aboutit à la constitution d'un répertoire et nous pensons que disposer d'un tel outil (lequel évidemment peut s'enrichir) devrait faciliter l'analyse de la préparation et de la conduite des situations problèmes. S'il existe de nombreux outils didactiques permettant d'analyser le genre de transposition didactique qui est au principe de telle ou telle situation problème, le type de gestion des apprentissages qu'elle met en œuvre, il est malaisé d'étudier les aides proposées aux élèves autrement qu'avec des grilles axées sur les opérations cognitives très générales. En spécifiant les opérations cognitives comme opérations de problématisation et en essayant d'autre part d'articuler le cognitif, l'argumentatif et le conceptuel, nous pensons proposer un cadre plus adéquat pour l'analyse des pratiques pédagogiques.

Mais, pour nous, l'horizon de la recherche est bien l'amélioration des pratiques d'enseignement-apprentissage. De ce point de vue, il nous paraît fondamental que les enseignants puissent disposer d'un répertoire des types d'inducteurs de problématisation aussi bien pour préparer la classe que pour saisir les opportunités didactiques qui surgissent dans son déroulement effectif. Bien des situations problèmes échouent parce que les enseignants ne possèdent pas les outils adéquats leur

permettant d'élaborer des aides pertinentes et efficaces ou de repérer les inducteurs potentiels amorcés dans les interactions didactiques.

Michel FABRE
Agnès MUSQUER
CREN, OUFOREP)[5]

Abstract : In this article, the authors study the Gérard de Vecchi 's bank of situations-problems with the aim of location and analysis of helps to the problématisation which contains scenario of learning'situations. It is not about a critical study of this corpus to test this teaching equipment. The authors use scenarii proposed as a stock of examples to constitute a directory. It is about an inductive study but which is made within the framework of a model of problématisation elaborated in author's previous works. Having defined the idea of inductor from analyses of cases, the article tempts a location of different types of inductors according to their function in the problématisation but also according to their argumentatif and epistemic roles.

Keywords : Problematisation's inductors – Help of problematisation – Situation-problem – Scenario of situation-problems.

Bibliographie

De Vecchi G. & Carmona-Magnaldi N. (2002) *Faire vivre de véritables situations-problèmes*. Paris : Hachette.

De Vecchi G. (2004) *Une banque de situations-problèmes tous niveaux*, tomes I et II. Paris : Hachette.

Dewey J, (2004) *Comment nous pensons* ? Paris : Les Empêcheurs de tourner en rond (1910).

Dewey J. (1993) *Logique, la théorie de l'enquête*. Paris : PUF (1936).

Durand M. (1996) *L'enseignement en milieu scolaire*. Paris : PUF.

Fabre M. (1999) *Situations problèmes et savoir scolaire.* Paris : PUF.

Fabre M. (2005) (dir) La problématisation, approches épistémologiques – *Les Sciences de l'Éducation – Pour l'Ère Nouvelle*. 38, 3.

Fabre M. (2006) « Qu'est-ce que problématiser ? L'apport de John Dewey » – in : M. Fabre et E. Vellas (dir.) *Situations de formation et problématisation*. Bruxelles : De Boeck.

Fabre M. (2008) « Portait du précepteur en renard. *Émile* ou la métis pédagogique », – in *Éducation et didactique*.

Fabre M. (2009) *Philosophies et pédagogie du problème*. Paris : Vrin

[5] OUFOREP : « Outils pour la Formation, l'Éducation et la Prévention », recherche commanditée par la région des Pays de la Loire.

Fabre M. & Musquer A. (2009) « Comment aider les élèves à problématiser ? Les inducteurs de problématisation » – *Les Sciences de l'Éducation – Pour l'Ère Nouvelle* (à paraître).

Genthon M. (1997) *Apprentissage-Evaluation-Recherche : Genèse des interactions complexes comme ouvertures régulatrices.* Université de Provence, Département des Sciences de l'éducation.

Musquer A. (2007) *Pour une approche pédagogique et didactique de la résolution de problèmes arithmétiques chez des élèves de CE2 : du processus de symbolisation à l'activité de schématisation réfléchie.* Nantes : Thèse en sciences de l'éducation.

Musquer A. (à paraître 2010) « Les inducteurs de problématisation : une aide à l'élaboration de situations problèmes » – *Les Dossiers des Sciences de l'Éducation*.

Propp V (1970) *Morphologie du conte*. Paris : Le Seuil.

ANNEXES

Exemples de situations-problèmes extraits de Gérard de Vecchi *Une banque de situations-problèmes tous niveaux*. Tome I et II, Paris : Hachette, 2004.

Tome I n° 129 (pp. 254-255)
Il DEVRAIT Y AVOIR DEUX ÉTÉS ET DEUX HIVERS !

• Objectif : Comprendre quelle est l'origine des saisons.
• Niveaux : Cycle 3 de l'école primaire, collège et lycée.

• Situation-problème : L'été, on parle souvent de canicule ; on peut même en mourir. Et l'hiver, des SDF meurent de froid. Mais, au fait, pourquoi, dans une année, y a-t-il un hiver et un été ?

- Discussion rapide : la plupart des élèves (et encore beaucoup d'adultes) pensent que : « l'hiver, la Terre est plus loin du Soleil et l'été elle est plus près ».

- Réaction du maître : Il montre un schéma de la trajectoire de la Terre autour du Soleil (que l'on schématise traditionnellement par une ellipse) et précise que la Terre tourne autour du Soleil en une année. Mais il soulève deux problèmes : « Si vous aviez raison, il devrait y avoir 2 étés et 2 hivers par an ! Il faut savoir que quand on est en été dans l'hémisphère Nord, on est en hiver dans l'hémisphère Sud, et cela à la même époque : avec votre hypothèse cela ne serait pas possible ! »

- La rupture étant faite, les élèves ne peuvent plus aller de l'avant. Il faut donc les aider en leur apportant deux connaissances sur lesquelles on les fait discuter pour qu'ils commencent à se les approprier :

- La trajectoire de la Terre est voisine d'un cercle. Mais on la représente traditionnellement en perspective, et un cercle vu en perspective se matérialise par une ellipse. Cette représentation a induit chez beaucoup de personnes la conception d'une trajectoire de la Terre tout à fait fausse !

- L'axe de la Terre est incliné : cela peut être matérialisé par l'observation d'un globe terrestre monté sur socle et couramment vendu dans le commerce (certains élèves en possèdent).

Maintenant, en tenant compte de cela et de manipulations que vous allez pouvoir faire (avec un matériel adapté - voir dans les manuels scolaires par exemple), essayez d'émettre une ou plusieurs autres hypothèses que vous -testerez.

• Obstacles et ruptures : La trajectoire autour du Soleil est pratiquement toujours représentée par une ellipse. Cela est exact… mais cette ellipse n'est que très peu aplatie : le rapport entre la distance la plus grande et la plus courte est de 0,9998 : cette différence n'est donc pas significative quant à la variation de température produite. La trajectoire de la Terre peut donc pratiquement être assimilée à un cercle.

Le deuxième obstacle provient du fait que l'axe de la Terre est incliné (il n'est pas perpendiculaire au plan dans lequel se déplace la Terre autour du Soleil). C'est pour cela que les rayons lumineux provenant du Soleil n'ont pas toujours la même incidence (les rayons arrivent plus ou moins obliquement suivant la saison). Si cela n'est pas clair, consultez un schéma dans un manuel scolaire ou observez comment arriveraient des rayons lumineux sur un globe terrestre du commerce (en repérant la France par exemple) quand le Soleil serait placé à gauche ou à droite de ce globe.

• Prolongement : Avec l'intégration de l'inclinaison de l'axe de la Terre on peut aussi expliquer la cause de la variation de la durée des journées et des nuits.

Tome II n° 231 (pp. 87-88)
QUI VA GAGNER : LA POULE OU LE LOUP ?

Obiectifs : Comprendre qu'un texte littéraire peut supporter plusieurs interprétations. Prendre conscience qu'apprendre à lire c'est aussi lire au-delà de ce qui est écrit.

Niveau : A partir du cycle 3 de l'école primaire.

Situation-problème[6] : Voici le résumé d'une histoire : Un loup trop gourmand. « Un loup, affamé, se fixe comme objectif de dévorer sa voisine la poule mais seulement après l'avoir faite grossir. Pour arriver à ses fins, il dépose chaque jour, devant porte de la poule, crêpes, beignets et gâteaux en se disant chaque fois : mange bien, ma poulette. Deviens belle et grasse à souhait pour mon souper." Quand il estime que son repas est à point, il s'apprête à le dévorer, mais les choses ne se passent pas comme prévues. La porte s'ouvre brusquement et la poule s'exclame : "Oh ! c'était donc vous Monsieur Loup ! Les enfants, les enfants, regardez bien ! Les crêpes, les beignets et le somptueux gâteau n'ont pas été apportés par le Père Noël. Ce sont tous des eaux de l'oncle Loup." Les poussins se précipitent alors sur le loup et lui donnent cent baisers. Le texte se termine ainsi : "Finalement, l'oncle loup ne mangea pas de poule au pot cette nuit-là. Mais Madame Poule lui prépara quand même un bon dîner. Flûte alors, se dit-il, en rentrant chez. Demain, je préparerai peut-être une centaine de sablés fondants pour ces petits coquins-là !'"

Et si le loup était plus malin et plus gourmand qu'on peut le penser ?

[6] À partir d'un texte de Keiko Kasza, *Un loup trop gourmand*, Flammarion-Jeunesse. Résumé de l'histoire et analyse de C. Tauveron (dir.) *Lire la littérature à l'école*, *op. cit*.

Et si la poule était beaucoup moins naïve qu'on le suppose ?
Que peut-il s'être réellement passé dans la tête-du loup et de la poule ?

• Obstacle et rupture : À l'école primaire (et souvent, bien plus tard encore), le verbe comprendre, est souvent employé d'une manière absolue : l'élève a compris ou n'a pas compris. Il est vrai que, dans la grande majorité des cas, il n'y a pas plusieurs manières d'interpréter un texte[7].

L'intrigue qui nous concerne ne présente en elle-même aucune difficulté particulière. L'analyse qui en ressort généralement est banale. Pourtant, la dernière phrase peut être interprétée de différentes manières. En effet, à l'issue de la lecture du texte, deux problèmes subsistent :

- les réelles intentions futures du loup : il renonce à son projet initial, risque de saper sa réputation… ou il envisage de faire mieux que prévu, en revenant plus tard manger la poule… et la couvée quand elle sera bien grasse elle aussi (n'oublions pas le titre : *Un loup « trop » gourmand*)

- la grande naïveté ou la particulière clairvoyance de la poule : elle est totalement inconsciente et méconnaît la longue tradition de l'histoire des loups… ou, ayant compris le stratagème, elle s'est empressée de valoriser le loup pour l'amadouer… et se méfiera beaucoup plus la prochaine fois

Il est important qu'un texte littéraire autorise et même encourage la recherche de plusieurs interprétations. Le lecteur doit donc apprendre à mesurer l'indétermination ou l'incertitude laissée par un texte. Il doit savoir aussi qu'on ne l'oblige pas à choisir et qu'il peut y avoir un certain plaisir à rester dans l'indécision, même s'il doit aussi comprendre que certaines lectures sont parfois meilleures que d'autres.

Tome I n° 143 (pp. 282-283)
DES BARBARES… PAS AUSSI BARBARES QU'ON LE CROIT

• Objectif : Comprendre à quoi ont réellement correspondu les invasions barbares : quels en ont été les enjeux.

• Niveaux : À partir de l'école primaire.

• Situation-problème : Deux documents sont fournis en même temps.

Document I[8]

« Les Barbares (définition d'un dictionnaire) : 1. Étranger, pour les Grecs et les Romains et, plus tard, pour la chrétienté. 2. Qui n'est pas civilisé. Arriéré, primitif, sauvage. 3. Qui choque, qui est contraire aux règles au goût et aux usages. V. grossier, rude. 4. Qui a la cruauté du barbare. V. cruel dur, féroce, impitoyable, inhumain, sauvage… » (*Le Petit Robert*, 1988)

D'ailleurs, un peuple barbare a laissé son nom à tout destructeur : vandale

[7] Notons au passage qu'en maternelle, au contraire, on a souvent tendance à laisser libre cours aux réactions et aux interprétations des élèves.

[8] D'après A. Dalongeville et M. Huber *Situations-problèmes pour explorer l'histoire de France*, op. cit.

Document II

- Odoacre - fils d'un ministre d'Attila -, membre de la garde personnelle de l'empereur romain Romulus, prend le pouvoir en 476. Odoacre permet à empereur de passer le reste de sa vie comme simple citoyen.

- Vandales et Wisigoths s'affrontent pour la possession d'un territoire. Ils décident de ne pas faire couler inutilement le sang. Deux des leurs se battent. Le peuple de l'homme victorieux aura gain de cause.

- Sidoine Apollinaire, évêque catholique, leur reproche leurs mœurs insupportables : leur cuisine sent l'ail. (Les Goths étaient chrétiens-ariens et non catholiques.)

Alors, les Barbares étaient-ils des barbares ?

• Obstacle et rupture : La conception que chacun se fait des barbares est rarement conforme à certaines de leurs attitudes décrites dans le deuxième document. De plus, le témoignage de Sidoine Apollinaire peut-il être objectif ? Plutôt que des sauvages, les Barbares n'étaient-ils pas simplement différents ?

Cette situation-problème permet de commencer à se former à la pensée contradictoire, « à la pensée dialectique qui ne se dépêche pas de faire la synthèse ». De plus, elle prend tout son sens car elle renvoie à une certaine actualité sociale teintée de racisme ou de xénophobie. Et, en histoire, on ne met que trop rarement en relation le passé et le présent. Cela peut donc constituer une bonne entrée pour aborder quelques idées liées à une éducation à la citoyenneté.

Tome I n° 133 (pp. 259-260)
UN OBJET BRÛLÉ… QUI PÈSE PLUS LOURD ?

• Objectifs : Entrer dans les concepts d'oxydation et de réaction chimique.
• Niveaux : Collège, lycée, formation d'adultes.

• Situation-problème[9] : D'après un protocole expérimental réalisé par Lavoisier en 1776. Lavoisier fait arriver la chaleur du Soleil, concentrée par une lentille, sur un morceau de plomb et fait ainsi « brûler » le plomb. Il constate que ce qui en résulte, le plomb calciné, *a augmenté de poids* (de masse pour les physiciens !). Comment expliquer que le *résidu* obtenu soit plus lourd ? Un élève dit ce que beaucoup pensent : « C'est vrai que c'est pas très cohérent ! Quand on brûle quelque chose dans une cheminée par exemple, les flammes c'est la substance ou une partie de la substance qui est brûlée, qui s'envole en fumée… Y a donc une perte ! Il s'est peut-être trompé en pesant. » Que pensez-vous de cette remarque d'élève, pour le moins logique ?

Aide (après discussion) : Le plomb peut être *oxydé* en se combinant à l'oxygène de l'air pour former de l'oxyde de plomb. Essayez de comprendre ce que cela veut dire. Ça peut vous aider.

[9] D'après G. De Vecchi et N. Carmona-Magnaldi *Faire vivre de véritables situations-problèmes,* op. cit.

• Obstacle et rupture : Cette expérience de Lavoisier est intéressante car, à son époque, on pensait déjà qu'un corps qui brûlait laissait échapper une certaine substance sous forme de flamme ! C'était la théorie du phlogistique. Beaucoup d'élèves réagissent donc comme à l'époque de Lavoisier.

En fait, on sait bien aujourd'hui qu'il s'agit d'une fixation de l'oxygène de l'air, par oxydation, qui produit un oxyde de plomb. La masse de l'oxygène utilisé vient donc s'ajouter à celle du plomb ! On ne peut pas véritablement dire que le plomb brûle mais qu'il entre dans une réaction chimique d'oxydation. La ténacité de cette conception a fait pendant longtemps considérer que cette augmentation de masse était due au fait que cette substance phlogistique avait une masse… négative !