

Comment aider l'élève à problématiser ?

## LES INDUCTEURS DE PROBLÉMATISATION

[Michel Fabre, Agnès Musquer](#)

ADRESE/CIRNEF | « Les Sciences de l'éducation - Pour l'Ère nouvelle »

2009/3 Vol. 42 | pages 111 à 129

ISSN 0755-9593

ISBN 9782918337010

DOI 10.3917/lsdle.423.0111

Article disponible en ligne à l'adresse :

-----  
<https://www.cairn.info/revue-les-sciences-de-l-education-pour-l-ere-nouvelle-2009-3-page-111.htm>  
-----

Distribution électronique Cairn.info pour ADRESE/CIRNEF.

© ADRESE/CIRNEF. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

# Comment aider l'élève à problématiser ?

## Les inducteurs de problématisation

Michel FABRE\* et Agnès MUSQUER\*\*

**Résumé :** Cet article pose la question de l'aide à la problématisation pour les élèves aux prises avec une situation-problème. Il met en avant l'idée « d'inducteur de problématisation » et en propose un modèle théorique dans une approche articulant épistémologie, psychologie et didactique. L'inducteur de problématisation y est défini comme une aide

didactique à la construction et à la résolution des problèmes. Le modèle tente d'articuler l'idée piagétienne de schème et celle de travail sur les obstacles dans un cadre bachelardien. Les auteurs proposent ensuite une illustration de l'idée d'inducteur et tracent des perspectives de recherche empirique en lien avec la formation des enseignants.

**Mots-clés :** Problématisation. Inducteur de problématisation. Situation-problème. Schème. Obstacle.

---

\* Professeur, Laboratoire CREN EA 2661 (Centre de recherche en Éducation de Nantes), Université de Nantes.

\*\* Docteur en Sciences de l'éducation, Laboratoire CREN EA 2661 (Centre de recherche en éducation de Nantes) et LAREF (Laboratoire de recherche en éducation et en formation, UCO d'Angers), Institut supérieur Ozanam.

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. Si l'on prend comme paradigme de la situation-problème la fable *Le Renard et le bouc*, la question devient : comment aider l'élève à sortir du puits sans lui faire la courte échelle (FABRE, 1999)? On peut naturellement penser à toutes sortes d'aides (créer un climat bienveillant aux erreurs et aux tâtonnements, organiser convenablement le travail de la classe...) et mettre en pratique tous les conseils de Bruner relatifs à l'étaillage (1981). Nous nous intéressons ici à « des inducteurs de problématisation », **c'est-à-dire des aides bien spécifiques, susceptibles d'activer les schèmes de l'élève et ceci par rapport aux différentes opérations du processus de problématisation et de leur contenu.** Notre hypothèse est que ces inducteurs sont présents dans le milieu pédagogique ou didactique, dans les interactions maître/élèves ou élèves/élèves par exemple, mais émergent également du dispositif (des consignes, des documents, des modes de travail...). Savoir les repérer, les analyser, les concevoir, pourrait considérablement aider les enseignants dans la préparation de leur classe et dans l'analyse de leur pratique.

Nous nous inscrivons dans le cadre épistémologique et didactique de la problématisation développé au CREN (FABRE, 2005 (a), 2005 (b); ORANGE, 2005 (a), 2005 (b)). Nous tenterons ici la construction d'un modèle théorique des inducteurs de problématisation. Dans un premier point, nous mettrons en rapport l'idée de problématisation et celle de schème et nous introduirons l'idée d'inducteur. Nous décrirons ensuite les principales caractéristiques des inducteurs que nous illustrerons par un exemple. Enfin, nous soulignerons les enjeux de ce travail pour la formation des enseignants et nous tracerons quelques perspectives de recherche empirique.

## **1. Le cadre théorique de la problématisation**

Dans les recherches du CREN, le processus de problématisation a été surtout abordé du point de vue épistémologique à partir des travaux de Dewey, de Bachelard et de Popper (FABRE, 2005(a), ORANGE, 2005(b)). Comme nous envisageons ici les questions d'enseignement et d'apprentissage nous tenterons de relier cette analyse épistémologique à la notion piagétienne de schème.

### **1.1. Qu'est ce que problématiser?**

Le pragmatisme de Dewey aussi bien que le rationalisme de Bachelard s'accordent sur cinq caractéristiques de la problématisation : 1) il s'agit d'un processus multidimen-

sionnel impliquant position, construction et résolution de problèmes; 2) d'une recherche de l'inconnu à partir du connu, c'est-à-dire de l'édification d'un certain nombre de points d'appui à partir desquels questionner; 3) d'une dialectique de faits et d'idées, d'expériences et de théories; 4) d'une pensée contrôlée par des normes (intellectuelles, éthiques, techniques, pragmatiques...), ces normes étant elles-mêmes tantôt prédéfinies et tantôt à construire; 5) d'une schématisation fonctionnelle du réel qui renonce à tout embrasser et à reproduire la réalité mais vise plutôt à construire des outils pour penser et agir (FABRE, 2005 (b)). Problématiser, c'est donc développer un questionnement visant à identifier les données et les conditions du problème et à les mettre en tensions. De cette interaction résultent des hypothèses de solutions qui seront ensuite validées ou non. Les données sont présentes dans la situation ou peuvent être rajoutées au fur et à mesure de l'apprentissage par les élèves ou l'enseignant. Elles ont un statut de contraintes. Elles s'expriment dans des propositions factuelles : ceci est carré, rouge, dur... Elles sont choisies en fonction de leur pertinence et de leur adéquation aux conditions. Les conditions concernent les critères, les principes, les concepts qui commandent le processus de problématisation. Ce sont des nécessités dont il faut absolument tenir compte dans la construction et dans la résolution du problème. Si l'on suit Dewey (1993), le processus de problématisation constitue un ensemble d'opérations visant à déterminer des données et des conditions (position et construction du problème) et à générer un certain nombre d'hypothèses de solutions à tester au regard de ces données et conditions (résolution du problème). Le processus n'est évidemment pas linéaire : position, construction, résolution ne sont pas des phases qui se succèdent dans le temps, l'une prenant le relai des autres. Il s'agit plutôt d'une série de va-et-vient, tantôt descendant vers les solutions possibles et tantôt remontant vers le problème posé pour le reformuler c'est-à-dire en réviser les données et les conditions.

## 1.2. L'inducteur : du mot au concept

Dans la classe, ce processus ne va pas de soi et la démarche d'enseignement par situation problème suppose l'élaboration d'outils d'aide à la problématisation : d'où l'idée d'inducteur. 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.

Prenons d'abord un exemple trivial pour illustrer cette idée d'inducteur. L'inspecteur Colombo a perdu les clés de son bureau. À la manière de Dewey (1993), on peut considérer que la recherche des clés constitue une enquête et enclenche un processus de problématisation. Si la femme de Colombo veut l'aider dans sa démarche, elle lui posera une série de questions du type : « *Où* peux-tu les avoir perdues? *Quand* peux-tu les avoir perdues? ». Ces questions induisent un schème de recherche spatio-temporelle. Elles déterminent le problème comme un problème de localisation dans l'espace et dans le temps en éliminant les fausses questions du type « *Qu'est-ce* que des clés? *En quoi* sont faites mes clés?... » Elles permettent d'anticiper la forme que devra avoir la solution : l'enquête sera close lorsque Colombo aura une réponse à la question « *quand?* et surtout *où?* ». Il y a ici un inducteur qui spécifie la question au regard des conditions du problème. La question une fois déterminée, l'inspecteur Colombo entreprend de raconter par le menu sa journée de la veille. Sa femme l'oblige alors à recentrer son questionnement : « concentre-toi sur les lieux que tu as fréquentés, sur les actions que tu y as faites, essaie de te souvenir de tes gestes, de tes postures ; essaie de revoir les objets et en particulier les tables, les chaises et autres supports sur lesquels tu aurais pu poser tes clés ». Sa femme oblige donc Colombo à sélectionner et à schématiser les données en fonction des conditions de son problème. Elle peut également inviter son inspecteur de mari à émettre des hypothèses. Une question telle que « Tu es arrivé en retard hier soir, où étais-tu passé? » Colombo croit alors se souvenir qu'il a joué au bridge avec ses amis. Mais sa femme lui rappelle opportunément que c'est le Vendredi et non le Jeudi qu'il a sa partie de bridge. La critique de l'hypothèse du bridge aide alors Colombo à se souvenir qu'il est passé la veille au bar du coin. « Avec ta fâcheuse habitude de poser tes clés sur le comptoir, on te les aura volées », suggère alors Madame Colombo. Ce qui amène à une reformulation du problème, lequel dirige l'enquête vers d'autres horizons.

On saisit, dans ce dialogue, l'importance des interactions de tutelle et des fonctions d'étayage (BRUNER, 1981)<sup>1</sup>. Les questions et remarques de Madame Colombo constituent des inducteurs qui activent les schèmes de problématisation de l'inspecteur. En retour, celui-ci verbalise les idées qui lui viennent à l'esprit, ce qui enclenche de nouvelles remarques de la part de sa femme. Trois réserves cependant. D'abord, cet

---

1. Rappelons les six fonctions d'étayage de Bruner : 1) L'enrôlement ; 2) la réduction des degrés de liberté ; 3) le maintien de l'orientation ; 4) la signalisation des caractéristiques déterminantes ; 5) le contrôle de la frustration ; 6) la démonstration ou présentation de modèles.

exemple est centré sur la résolution du problème et non sur la recherche des conditions (contrairement à l'exemple du puzzle en fin d'article). Ensuite à la différence du maître, madame Colombo n'a pas la solution du problème. Enfin, il est évident que cet exemple exagère, aux fins d'illustration, le rôle de l'aide à la problématisation, au point que l'on peut se demander si sa femme ne problématise pas à la place de l'inspecteur. Cette substitution de rôle reste évidemment une tentation pédagogique constante. D'un autre côté, il serait sans doute imprudent de sous-estimer le rôle de l'enseignant dans la problématisation de l'élève. Nous faisons l'hypothèse que, dans une situation-problème, il y a bien co-construction du problème par le maître et les élèves.

### 1.3. Inducteur et schème

Dans sa *Didactique psychologique*, Hans Aebli, disciple de Piaget, nous propose une première formulation de l'idée d'inducteur de problématisation. Pour Aebli, les questions ou les problèmes constituent des schèmes anticipateurs des opérations à effectuer. Aebli va sans doute trop vite. Si le schème est une composante de la structure cognitive du sujet, la question ne peut contenir un schème que si c'est le sujet lui-même qui les pose. Si c'est le maître qui pose une question à l'élève, elle ne peut tout au plus qu'activer le schème correspondant chez l'élève. **Distinguons bien l'inducteur qui est un élément du milieu pédagogique ou didactique de ce qu'il induit chez le sujet : les schèmes que cet inducteur active.** Aebli remarque également que souvent « le schème anticipateur ne constitue qu'un plan très global et schématique de l'opération à effectuer ». Par exemple, pour construire la notion d'aire, on partira de la comparaison du rendement d'herbe de deux champs rectangulaires de périmètres et de surfaces différentes. Puisque l'élève n'a pas construit l'opération, il n'aura en tête que « l'intuition mal déterminée d'un report à effectuer » (AEBLI, 1951, p. 65), sans savoir encore quelles dimensions doivent être prises en compte. Aebli souligne même que « l'anticipation schématique de la solution contenue dans tout problème tend aussi à évoquer les actes nécessaires à sa solution » (*Ibid*, p. 79). **Pour nous, l'inducteur de problématisation relève de ce qui, dans l'énoncé du problème, dans les interactions maître/élève ou dans le dispositif mis en place, est susceptible d'activer chez l'élève de tels schèmes anticipateurs.**

La théorie de Vergnaud (2001) complète l'articulation schème/problème déjà présente chez Aebli. Un schème se caractérise plus précisément par une totalité dynamique fonctionnelle, une organisation stable de l'activité pour une classe de situations (VERGNAUD 2001 & BASTIEN 2004). Il comprend quatre composantes : a)

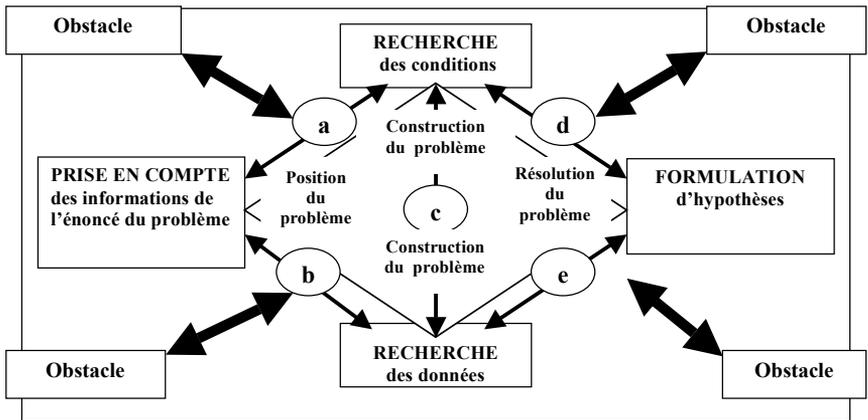
une composante intentionnelle, soit l'ensemble des buts, des intentions, des anticipations permettant l'activation des automatismes dans une situation familière au sujet ; b) une composante générative ou opératoire : règles d'action ou invariants opératoires régissant l'activité quand le sujet ne dispose pas de solutions en mémoire ; c) une composante épistémique (contrôle par les connaissances) composée de théorèmes en acte du domaine induisant la représentation des concepts et leur relation avec l'action : ce qui permet l'élaboration d'une solution nouvelle par analogie ; d) enfin une composante inférentielle (contrôle par les connaissances également) qui donne lieu au découpage du problème en sous-buts et à la recherche, pour chacun d'eux, des moyens de résolution (heuristique).

Remarquons que, dans ce modèle, l'apprentissage exige du sujet qu'il mobilise un sous-ensemble de schèmes fonctionnant chacun comme précurseur partiel d'un schème plus opératoire. Par exemple, chez Aebli, le calcul de l'aire des champs rectangulaires (schème opératoire) n'intervient qu'au terme d'un processus de problématisation qui met en rapport leurs dimensions sans les composer entre elles (par exemple en ne prenant en compte que les longueurs) ou en les composant de manière seulement intuitive (celui-ci est plus long mais moins large que celui-là). L'apprentissage est donc un remaniement continu des schèmes. Les inducteurs s'appuient sur ces schèmes partiels pour les faire évoluer vers des schèmes plus opératoires, tout en remettant en cause les schèmes inadéquats.

#### **1.4. Les inducteurs et le losange de la problématisation.**

Dans l'exemple d'Aebli, on a bien un problème posé « comment savoir si le champ A produira plus d'herbe que le champ B ? ». Il s'agit bien de repérer les données pertinentes du problème (ici les dimensions des champs indépendamment de leurs autres propriétés) et d'approcher progressivement (en essayant des hypothèses de solutions et en les critiquant) la condition du problème (la condition *sine qua non* de la résolution) à savoir le calcul de l'aire. Les inducteurs visent à faciliter ces différentes opérations. À partir de cet exemple, il est possible d'appréhender le processus de problématisation dans sa généralité. Les pôles du losange indiquent donc les opérations (dans les rectangles) constitutive de la problématisation ainsi que les obstacles qui tendent à les empêcher. Les relations entre les quatre pôles (dans les ellipses) désignent les inducteurs de problématisation censés activer les schèmes du sujet.

*Le losange de la problématisation*



C'est le rôle des inducteurs de type (a) d'explicitier le questionnement vers la construction ou la reconstruction du problème en fonction des conditions ou des règles. Les inducteurs de type (b) visent également la sélection et la schématisation des données. Ceux de type (c) tendent à structurer les données en vue des conditions (forme inductive) ou en fonction des conditions (forme déductive). Enfin, la production d'inférences (ici les hypothèses) peut être contrôlée par des inducteurs de type (d et e). Évidemment, il n'y a pas de problématisation que si le processus peut être parcouru en tout sens : vers l'aval des solutions et vers l'amont de la construction ou reconstruction du problème. Ce qui exige en effet de doter le schème de réflexivité, comme le suggère Vergnaud.

Le modèle de Vergnaud permet également de poser la question de l'articulation du cognitif et du conceptuel puisqu'il admet une composante épistémique du schème. En effet, on ne peut réduire l'activité à une suite d'opérations logiques conçues indépendamment de tout contenu. On ne peut penser le *Si Alors* seulement en termes de successions régulières sans faire appel à des raisons. Ainsi, « il existe des relations conceptuelles entre conditions et activités » (VERGNAUD, 2001, p. 6). Cette composante épistémique (avec ses concepts et théorèmes en actes) constitue même – selon Vergnaud – l'argument essentiel pour introduire le concept de schème. Sans elle, on ne sortirait pas de l'associationnisme béhavioriste, c'est-à-dire d'une connaissance procédurale détachée de toute conceptualisation. Cette dimension épistémique et didactique nous paraît fondamentale à prendre en compte si l'on ne veut pas que le processus de problématisation ne fonctionne à vide.

## **2. Les caractéristiques des inducteurs**

La notion d'inducteur de problématisation se situe donc à l'articulation de perspectives épistémologiques, psychologiques et didactiques. C'est pourquoi l'idée de schème doit être articulée à celle d'obstacle qui nous paraît

absolument nécessaire d'intégrer à l'analyse du processus de problématisation. D'autre part, il nous faut décrire certaines caractéristiques des inducteurs (valeurs, modalités) dérivant des propriétés du processus de problématisation interprétées dans le cadre de l'équilibration piagétienne.

### **2.1. Obstacles et degrés d'ouverture des problèmes**

Il ne faut pas sous-estimer les différences fondamentales d'approches, maintes fois soulignées (ASTOLFI, 1997 ; FABRE, 2005 (a)) entre une perspective de psychologie du développement, issue de Dewey et de Piaget et une perspective de psychanalyse de la connaissance, proposée par Bachelard.

Piaget lui-même tente un rapprochement avec l'épistémologie bachelardienne (PIAGET & GARCIA, 1983). Il propose en effet l'idée de cadre épistémique en référence à la fois au paradigme de Kuhn et aux idées d'obstacles et de rupture. En même temps, il émousse quelque peu la rigueur des concepts bachelardiens. Piaget à la fois généralise la rupture (elle concernerait tous les apprentissages) et l'édulcore : la distance entre pensée pré-scientifique et pensée scientifique ne correspondrait pas au fossé que décrit Bachelard puisque, d'une certaine manière, les opérations y seraient les mêmes. Dans le vocabulaire de Piaget, la rupture correspondrait à un changement de schèmes, les schèmes antérieurs ayant été mis en échec. Aebli était d'ailleurs tout proche de l'idée d'obstacle quand il analysait les difficultés des élèves de fin de primaire dans la construction de la notion de surface. Pour eux, à un plus grand périmètre correspondait nécessairement une plus grande surface. De même Vergnaud (1989) rencontre l'idée d'obstacle dans ses travaux sur les structures additives et les nombres décimaux. L'obstacle correspond alors à une contradiction entre les schèmes assimilateurs mobilisés et le problème à résoudre, contradiction qui nécessite une accommodation allant jusqu'à un changement de schème. Une théorisation de l'idée d'inducteur exige donc de greffer la théorie des schèmes sur celle des obstacles, ce qui requiert sans doute une interprétation plus radicale de la conversion intellectuelle que ne la proposent Piaget et ses successeurs.

L'effet le plus commun des obstacles est en effet d'empêcher de problématiser. On peut considérer deux sortes d'obstacles. Il y a d'abord les obstacles spécifiques aux contenus travaillés. On retrouve là les obstacles épistémologiques décrits par Bachelard

dans la *Formation de l'esprit scientifique*. Mais, dans le *Rationalisme appliqué*, Bachelard envisage aussi des obstacles plus généraux qui semblent concerner la logique même du processus de problématisation. Pour lui, la problématisation est une pensée à deux dimensions, dans laquelle théorie et expérience (ou plus généralement conditions et données du problème) se contrôlent mutuellement. Les coordonnées cartésiennes en fournissent un exemple prototypique. Mais précisément la démarche cartésienne dresse les axes des abscisses et des ordonnées, ce que ne peut faire la pensée plate, unidimensionnelle, celle qui ne peut distinguer données et conditions et se précipite directement sur la solution sans prendre le temps de construire le problème. Dans notre schéma, cet obstacle correspondrait à un rabattement des données sur les conditions : le losange s'aplatirait alors en une ligne horizontale. L'autre obstacle réside – pour Bachelard – dans une pensée à trois dimensions qui refuserait d'appauvrir méthodologiquement le réel pour l'embrasser tout entier. Là encore, la pensée est impuissante à dégager des conditions et des données pertinentes de l'ensemble considéré. Dans notre schéma, cet obstacle se figurerait par une déformation du losange en cercle. Le cercle, marquant l'équidistance de tous les points à la circonférence, symboliserait non seulement l'indistinction des données et des conditions, mais encore la volonté de ne rien laisser échapper du réel. Mais vouloir épuiser le réel, est-ce le penser ?

L'identification de ces obstacles permet également de définir trois contraintes des dispositifs de problématisation. La première est une exigence de schématisation du réel qui se manifeste dans le choix des données et la formulation des consignes. Cela signifie que l'enseignant doit construire son dispositif en fonction d'une analyse didactique repérant le « noyau dur » de la connaissance à construire, sans se disperser dans des considérations périphériques (ASTOLFI, 1992 ; ASTOLFI & PETERFALVI, 1993). La deuxième contrainte concerne le déploiement par l'enseignant des données et des conditions du problème et le maintien d'une distinction nette de ces deux dimensions, faute de quoi il lui sera impossible d'orienter la problématisation des élèves. Enfin, aider les élèves à problématiser oblige à opérer un certain nombre de choix sur le degré d'ouverture de la situation, choix qui se situent entre deux limites : a) ne rien fournir aux élèves mais se contenter de poser la question initiale ? (la situation-problème ressemble alors à une question ouverte) ; b) fournir aux élèves les données et les conditions du problème (la situation se ferme et l'énoncé du problème devient alors complet, comme l'énoncé de problème classique). À l'intérieur de ces limites, les degrés d'ouverture de la situation varient selon que les éléments de la problématisation (les données, les conditions) sont fournis, seulement suggérés ou encore induits. Ils sont seulement suggérés si l'on ne donne qu'une indication purement verbale, tel un index encyclopédique. Par exemple, quand les élèves de cycle III de l'école primaire constatent, avec

Lavoisier, que le plomb brûlé pèse plus lourd que le plomb intact, je peux dire qu'il s'agit d'une « affaire d'oxygénation » (suggestion verbale) ; je peux également leur fournir directement le principe explicatif de l'oxydo-réduction (fournir la condition) ; ou encore leur faire peser des clous rouillés et des clous intacts (induction). **L'induction se situe ainsi entre la simple suggestion verbale et le fait de fournir intégralement les éléments de la problématisation.** Naturellement, dans une situation-problème, il est bien entendu que tous les éléments ne peuvent occuper le même statut. Il revient à l'enseignant de décider quels éléments il doit fournir, ceux qu'il doit simplement suggérer et ceux qu'il doit induire.

## 2.2. Valeurs et modalités des inducteurs

Le fait que le processus de problématisation engage un va-et-vient entre position, construction du problème et émission d'hypothèses, autorise à affecter aux opérations et à leurs inducteurs potentiels une valeur différente (1 ou 2) selon qu'ils regardent vers l'aval des solutions ou l'amont de la construction du problème. La théorie de l'équilibration de Piaget, peut nous aider à préciser cette idée de valeur. En effet, le schème est à la fois le cadre d'assimilation et d'accommodation d'un ensemble d'actions de même caractère. L'assimilation est le fait d'incorporer une situation ou un objet à un schème ou à un ensemble de schèmes coordonnés. Tandis que l'accommodation consiste à différencier de plus en plus finement les schèmes d'action pour les adapter au contexte et également à créer des schèmes nouveaux. **Le travail de problématisation peut donc s'interpréter comme un travail des schèmes dans la mesure où le problème, pour être compris, doit s'appuyer sur des schèmes déjà là, mais oblige en même temps à une différenciation ou une modification des schèmes, voire à la construction de schèmes nouveaux.**

Dans le va-et-vient entre construction du problème et émission d'hypothèses, l'orientation vers les solutions (valeur 1), relève du cadre d'assimilation dans la mesure où l'on tente d'appliquer les schèmes déjà construits à des situations nouvelles supposées similaires à celles déjà rencontrées. L'assimilation reproductrice s'efforce de « retrouver par répétition un résultat fortuit » (PIAGET, 1970, p. 164). L'assimilation cognitive tend à « reconnaître et classer la chose préparée par l'assimilation reproductrice » (*Ibid.*, p. 166). Enfin, l'assimilation généralisatrice vise à étendre le champ des schèmes d'action à des secteurs non encore connus du sujet (*Ibid.*, p. 74). Le cadre assimilateur renvoie d'abord au « court-circuit » opéré par les élèves entre la position du problème et l'invention des solutions. Ce trajet correspond assez bien à l'expression des représentations spontanées, en début de séance (assimilation

reproductrice). Mais il concerne également la phase qui suit la construction ou reconstruction du problème, quand de nouveaux schèmes ont été élaborés par le sujet. Dans un cas comme dans l'autre, l'entrée des données rappelle au sujet un problème déjà traité et entraîne une formulation d'hypothèses à partir de ces données (assimilation cognitive). Dans l'assimilation généralisatrice, le sujet tente d'appliquer une règle déjà construite, ce qui lui permet d'anticiper la forme que pourraient avoir les solutions. La remontée des hypothèses vers les données et conditions, voire vers un nouveau problème (valeur 2), correspond bien à l'accommodation. Le sujet a formulé une hypothèse qui l'amène à revisiter les données pour structurer les données en fonction des conditions, voire reconstruire le problème. Ou bien encore, le sujet a formulé une hypothèse qui l'amène à rechercher de nouvelles conditions, à restructurer les données en fonction de ces conditions, ou à en chercher de nouvelles pour reconstruire le problème.

Dans notre modèle, le processus d'équilibration piagétien (assimilation/accommodation) est interprété en fonction de deux modalités : argumentative et épistémique. La manière de poser la question (inducteur a) vise la dévolution du problème en formulant une énigme, un paradoxe, une controverse... La sélection et la schématisation des données (inducteur b) ont trait à la formation des prémisses argumentatives pertinentes (la constitution du dossier). Les inducteurs (c) visent la construction des arguments en articulant données et conditions. L'examen des hypothèses (inducteurs d et e) s'effectue sous forme d'objections, de réfutations, etc.

Les inducteurs de type 1 visent l'invention de conditions, de données, d'hypothèses qui vont servir de base pour la proposition d'une argumentation (argumentations de type *Si... Alors*). Les inducteurs de type 2 concernent la réflexion sur les résultats provisoires, laquelle prend la forme de la critique ou de la preuve (argumentations de type *Oui... Mais...*).

### 2.3. Mouvements inductifs et déductifs

Perpendiculairement à cette dimension horizontale (position du problème – solution), le processus de problématisation engage également une dimension verticale (bien visible sur le losange) entre données et conditions. C'est pourquoi une attention particulière doit être accordée aux inducteurs de type (c) qui jouent un rôle fondamental dans la construction du problème en articulant données et conditions. Il s'agit le plus souvent d'outils de structuration exigeant un changement de registre (schémas, tableau à double entrée...). Ils visent soit à structurer les données en vue de dégager des conditions (forme inductive : ci), soit au contraire à structurer les données en fonction d'un certain niveau de formulation des conditions (forme déductive : cd). Dans le

premier cas, l'outil permet de passer des exemples à la règle, dans l'autre, on fournit une expression de la règle qui doit permettre la recherche d'exemples.

#### **2.4. Conclusion : signification et intérêt de la notion d'inducteur**

Dans un tel modèle, la tâche du maître consiste à « créer des situations psychologiques telles que l'enfant puisse construire les opérations qu'il doit acquérir » (AEBLI, 1951, p. 74). Le maître doit donc faire appel aux schèmes antérieurs de l'élève et à partir de là, « veiller à ce que la recherche de l'opération nouvelle soit orientée dans la direction voulue » (*Ibid.*). Le mot-clé chez Aebli (comme d'ailleurs chez Dewey dont il s'inspire) est celui d'orientation. Le maître doit orienter la recherche. Nous pensons que les inducteurs sont les moyens de cette orientation. **Autrement dit, le problème (et les inducteurs qui lui sont associés) constitue un « auto-régulateur de la recherche »** (*Ibid.*). La notion de structurants préalables ou de représentations préalablement élaborées, issue des travaux de Genthon (1997) et de Bastien (1987), peut nous permettre de préciser cette idée d'orientation. Genthon souligne l'importance de l'analogie pour la construction des problèmes. On comprend cependant que l'usage de l'analogie soit, chez le novice, très dépendant des caractéristiques de surface. **L'intérêt des inducteurs de problématisation est précisément d'orienter l'attention de l'élève vers les analogies de structure, ce qui devrait lui permettre des encodages de la situation problème** (évocation, appariement et évaluation, BASTIEN, 1997 et BRACKE, 1998), ou encore des schématisations successives (MUSQUER, 2007) qui vont l'aider à structurer peu à peu les données du problème au regard des conditions. Les inducteurs de problématisation, anticipés par l'enseignant ou repérés par lui dans la situation, constituent ainsi « des structurants préalables » découlant de l'analyse didactique des concepts clés ou des propositions majeures de la discipline (AUSUBEL, 1989, cité In ALAMARGOT, 2001). **Les inducteurs se situent donc à mi-chemin entre la structure des connaissances à acquérir et celle des représentations déjà présentes chez le sujet.**

### **3. Un exemple**

Pour faire fonctionner notre modèle, nous choisissons d'analyser, du point de vue des inducteurs, la situation d'apprentissage connue sous le nom du « puzzle de Brousseau » (BROUSSEAU, 1998), qui passe pour le modèle canonique de la situation problème. Dans cette situation, les élèves de la fin du cycle 3 vont tenter de mobiliser des schèmes additifs pour agrandir une figure polygonale

tout en conservant sa forme. Ils pensent communément que la bonne « règle » est celle qui consiste à ajouter une grandeur constante à chaque côté de chacun des éléments (polygones) du puzzle. Nous avons là la manifestation de ce que Vergnaud appelle un « théorème en acte » : agrandir c'est ajouter. C'est également un obstacle, au sens de Bachelard, en ce sens que la mobilisation habituelle et quasi spontanée du schème additif bloque l'acquisition du schème de proportionnalité. Les élèves vont cependant constater, par une action directement évaluable sur le milieu, que les différentes pièces ainsi agrandies ne peuvent pas s'assembler pour constituer une forme correspondant à celle de référence.

### 3.1. Dans la première phase

Dans la première phase, celle de la position du problème, la consigne de départ, « *Voici des puzzles, vous allez en fabriquer de semblables, plus grands que le modèle...* » spécifie la tâche au regard des conditions (a1). La deuxième consigne : « *En respectant la règle suivante : le segment qui mesure 4 cm sur le modèle devra mesurer 7 cm* » spécifie cette tâche au regard des données à prendre en compte, ce qui constitue un début de schématisation (b1). L'enseignant fournit également le puzzle. Ces différents éléments sont pensés en fonction de l'obstacle (assimilation au schème additif).

1 <sup>ère</sup> phase	Amorce	Inducteur	Modalité argumentative	Modalité épistémique
« <i>Voici des puzzles, vous allez en fabriquer de semblables, plus grands que le modèle...</i> ».	Consigne	Spécification de la question vers les conditions (a1)	Dévolution du problème, enrôlement des élèves	Anticipation de l'obstacle
« <i>En respectant la règle suivante : le segment qui mesure 4 cm sur le modèle devra mesurer 7 cm.</i> ».	Consigne	Spécification de la question en fonction des données (b1)	Prémises à prendre en compte dans l'argumentation (premier exemple)	Anticipation de l'obstacle

### 3.2. Dans une deuxième phase

Dans une deuxième phase, celle de construction du problème, l'enseignant propose aux élèves d'écrire les dimensions dans un tableau. Il leur procure donc un outil (le tableau vide) pour favoriser l'analyse des données et leur structuration en fonction des conditions (c) les mettant ainsi sur le chemin de la comparaison des données fournies avec celles qu'ils auront élaborées. Puis, le maître propose une nouvelle donnée

(mesure) : « *Le puzzle que vous devez construire est tel que le côté qui mesure 6 cm devra mesurer 10,5 cm* ». Celle-ci va susciter des analogies entre deux correspondances et également inaugurer une série. En effet, ce premier exemple vrai d'un résultat à obtenir, vise à faire découvrir aux élèves une condition qui peut être, soit celle d'additivité, soit celle d'homogénéité, soit les deux pour la construction du principe de linéarité.<sup>2</sup>

2 <sup>ème</sup> phase	Amorce	Inducteur	Modalité argumentative	Modalité épistémique
« <i>Le puzzle que vous devez construire est tel que le côté qui mesure 6 cm devra mesurer 10,5 cm</i> »	Consigne	Spécification de la question en fonction des données (b1)	Prémisse à prendre en compte : deuxième exemple pour la construction d'une série	Vers la découverte de l'additivité et de l'homogénéité
« <i>Vous pouvez vous servir d'un tableau</i> »	Tableau vide ou sur lequel figurent quelques mesures	Structuration des données en vue des conditions (ci)	Construction de raisonnements inductifs à partir des exemples fournis et des nouveaux cas produits par les élèves	Vers la découverte de l'additivité et de l'homogénéité
		Intégration des données pour une formulation d'hypothèses (e1)  Examen des hypothèses au regard des données (e2)	Construction de raisonnements de type Si... Alors.  Construction de raisonnements de type Oui... Mais (objections...)	Vers la découverte de l'additivité et de l'homogénéité

L'exemple proposé, une fois le problème construit par les élèves, vise à susciter l'émission d'hypothèses (e1) ainsi que leur examen critique (e2). C'est à ce niveau que se situe le **moment de rupture** dans la mesure où l'assimilation de la situation à des schèmes additifs va entraîner l'échec. L'accommodation oblige alors la reconstruction d'un nouveau schème, un schème de proportionnalité, puisque les modalités de résolution de la situation proposée sont différentes de celles déjà rencontrées. Les différents types d'inducteurs proposés vont permettre l'inhibition (HOUDÉ, 1995) du schème additif et l'activation du schème de proportionnalité, ceci en se fondant sur les différentes composantes des schèmes (additivité et homogénéité).

2. Un système est dit **linéaire** s'il vérifie les propriétés : a) **d'homogénéité** si y est l'image de x alors ay = ax quelle que soit la valeur de la constante; b) **d'additivité** si y1 est l'image de x1 et y2 est l'image de x2 alors y1+y2 est l'image de x1 + x2; c) **de linéarité** si ay1 + by2 est l'image de ax1 + bx2, quels que soient (a, b) constants.

### 3.3. Dans une troisième phase

Dans une troisième phase, l'enseignant propose alors un tableau porteur des deux conditions (additivité et homogénéité) et donc inducteur du principe de linéarité (forme déductive : cd). C'est aussi un outil destiné à permettre aux élèves d'émettre des hypothèses (d1 et e1) de les contrôler (d2 et e2). La différence d'avec le tableau (ci), c'est que les propriétés d'additivité et d'homogénéité sont signifiées par des symboles (opérateurs).

	Amorces	Inducteur	Modalité argumentative	Modalité épistémique																		
<table border="1" style="margin-bottom: 10px;"> <tr> <th>Ancienne longueur</th> <th>Nouvelle longueur</th> </tr> <tr> <td>4</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">(x2)</td> <td style="text-align: center;">(x2)</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>10,5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td></td> <td>14</td> </tr> <tr> <td></td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>...</td> </tr> </table> <p>- Si 7 est l'image de 4, alors <math>2 \times 7</math> (14) est l'image de 8.</p> <p>- Si 10,5 est l'image de 6 et 14 l'image de 8, alors <math>10,5 + 14</math> (24,5) est l'image de <math>6 + 8</math> (14).</p>	Ancienne longueur	Nouvelle longueur	4	7	(x2)	(x2)	8	...	6	10,5	-	-		14		...	10	...	Tableau avec opérateurs	Structuration des données en fonction des conditions (cd).	Construction des arguments avec un raisonnement déductif	Opérationnalisation des propriétés d'additivité et d'homogénéité
	Ancienne longueur	Nouvelle longueur																				
	4	7																				
	(x2)	(x2)																				
8	...																					
6	10,5																					
-	-																					
	14																					
	...																					
10	...																					
Anticipation de la forme des hypothèses/solutions (d1)	Raisonnements de type « Si... Alors »																					
Examen des hypothèses au regard des conditions (d2)	Raisonnement de type « Oui... Mais »																					
Intégration des données pour une formulation des hypothèses (e1)	Raisonnements de type « Si... Alors »																					
Examen des hypothèses au regard des données (e2)	Raisonnement de type « Oui... Mais »																					

Naturellement, ce qui compte ici pour l'apprentissage est moins le fait de trouver la bonne solution (et réussir l'agrandissement du puzzle) que de construire la condition du problème, ici le concept de linéarité, même si c'est en revenant sur des solutions erronées.

## Conclusion

Comment aider l'élève à sortir du puits sans lui faire la courte échelle – demandions-nous ?

Dans ce modèle théorique, l'inducteur de problématisation apparaît comme un élément du milieu pédagogique et didactique visant à activer et à développer, chez l'élève, des schèmes lui permettant de construire de nouvelles connaissances en construisant et en résolvant des problèmes. Cette notion devrait contribuer à rendre opératoire l'idée de néo-directivité qui sous-tend

implicitement les dispositifs d'enseignement/apprentissage comme la situation-problème. À condition de bien articuler les deux modalités argumentatives et épistémiques des inducteurs. Les opérations ne peuvent fonctionner à vide mais doivent toujours se lester de contenus pertinents par rapport à la construction des savoirs visés. Ce qui suppose une analyse didactique des tâches proposées aux élèves. D'autre part elles doivent également recéler une valeur argumentative forte de manière à pouvoir susciter la discussion, voire le conflit cognitif.

Cette théorie des inducteurs de problématisation ouvre plusieurs pistes de travail pour la recherche empirique.

Elle devrait permettre la construction d'outils d'analyse *a priori* des scénarii de situations problèmes, tels qu'ils sont proposés aux enseignants dans la littérature pédagogique. Avec de tels outils, on devrait pouvoir : a) repérer la présence ou l'absence d'inducteurs dans les scénarii ébauchés ; b) identifier le degré d'ouverture ou de fermeture des situations ; c) évaluer la pertinence didactique des éléments auxquels le concepteur donne statut de données ou de conditions du problème ; c) évaluer la plus ou moins grande force argumentative des inducteurs. C'est dans cette perspective que nous travaillons à l'analyse de la banque de situation problème élaborée par Gérard de Vecchi (2007). Ce type d'analyse concerne également les préparations de séances d'enseignants experts ou novices. Une recherche en ce sens est entreprise avec des enseignants stagiaires.

Elle devrait également permettre l'analyse *a posteriori* des pratiques des enseignants du point de vue de la mobilisation des inducteurs anticipés lors de la préparation et de ceux repérés en situation. De plus, l'activité de problématisation des élèves pourrait être étudiée, par exemple, par la mise en place de protocoles visant la verbalisation du vécu de l'action du point de vue de la prise en compte de tels inducteurs.

L'expérience de formation semble montrer que les situations-problèmes conçues et mises en place par les enseignants, même si elles présentent les caractéristiques formelles attendues de ce dispositif, ne permettent pas toujours aux élèves de problématiser. La situation tend alors à se dissoudre en perdant de vue tout intérêt didactique. Ou bien alors, elle se présente finalement comme une juxtaposition d'un problème incitatif visant à motiver les élèves et d'une leçon magistrale ou dialoguée. L'intérêt de cette notion d'inducteur de problématisation serait de permettre l'invention d'outils d'aide à la conception des situations-problèmes, qu'elles soient créées de toutes pièces ou empruntées à la littérature pédagogique. De tels outils permettraient sans doute d'accroître la pertinence du conseil pédagogique auprès des enseignants en formation initiale ou continue.

## Bibliographie

- AEBLI H. *La Didactique psychologique*. Neuchâtel-Paris : Delachaux et Niestlé, 1951.
- ALAMARGOT D. L'acquisition des connaissances. In : GOLDER C. & GAONAC'H D. (éd.). *Enseigner à des adolescents. Manuel de psychologie*. Paris : Hachette Éducation, 2001.
- ASTOLFI J.-P. & PERTERFALVI B. Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales. *ASTER*, n° 16, 1993.
- ASTOLFI J.-P. *L'école pour apprendre*. Paris : ESE, 1992.
- ASTOLFI J.-P. *L'erreur, un outil pour enseigner*. Paris : ESE, 1997.
- BACHELARD G. *La formation de l'esprit scientifique*. Paris : Vrin, 1970 (1<sup>re</sup> édition : 1936).
- BACHELARD G. *Le rationalisme appliqué*. Paris : PUF, 1970 (1<sup>re</sup> édition : 1949).
- BASTIEN C. *Schémas et stratégies dans l'activité cognitive de l'enfant*. Paris : PUF, 1987.
- BASTIEN C. & BASTIEN-TONAZIO M. *Apprendre à l'école*. Paris : Colin, 2004.
- BRACKE D. *Vers un modèle théorique du transfert : les contraintes à respecter*. Thèse. Université du Québec, 1998.
- BROUSSEAU G. *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La pensée sauvage, 1998.
- BRUNER J. S. *Le développement de l'enfant. Savoir faire, savoir dire*. Paris : PUF, 1981.
- DE VECCHI G. *Une banque de situations-problèmes : Tous niveaux*. Tome 1 et 2. Paris : Hachette, 2007.
- DE VECCHI G. & CARMONA-MAGNALDI N. *Faire vivre de véritables situations-problèmes*. Paris : Hachette, 2002.
- DEWEY J. *Logique, la théorie de l'enquête*. Paris : PUF, 1993 (1<sup>re</sup> édition : 1936).
- DOUADY R. Jeux de cadres et dialectique outil-objet. *Recherches en didactique des mathématiques*, 1986, vol. 7, n° 2, pp. 5-31.
- HOUDÉ O. *Rationalité, développement et inhibition : un nouveau cadre d'analyse*. Paris : PUF, 1995.

- FABRE M. (dir). Formation et problématisation. *Recherche et Formation*, 2005 (b) n° 48.
- FABRE M. (dir). La problématisation, approches épistémologiques, *Les Sciences de l'éducation - Pour l'Ère nouvelle*, 2005 (a), vol. 38, n° 3.
- FABRE M. Qu'est-ce que problématiser? L'apport de John Dewey. In : FABRE M. & VELLAS E. (dir.). *Situations de formation et problématisation*. Bruxelles : De Boeck, 2006.
- FABRE M. *Philosophie et pédagogie du problème*. Paris : Vrin, 2009.
- FABRE M. *Situations problème et savoir scolaire*. Paris : PUF, 1999.
- GENTHON M. *Apprentissage-Évaluation-Recherche : Genèse des interactions complexes comme ouvertures régulatrices*. Aix-Marseille : Université de Provence, 1997.
- MUSQUER A. *Du processus de symbolisation à l'activité de schématisation réfléchie : la résolution de problèmes arithmétiques chez des élèves de CE2*. Thèse de doctorat. Nantes : Université de Nantes, 2007.
- ORANGE C. (dir.). *Problème et problématisation*. ASTER, 2005 (a), n° 40.
- ORANGE C. Problématisation et conceptualisation en sciences et dans les apprentissages scientifiques. *Les sciences de l'éducation - Pour l'Ère nouvelle*, 2005 (b), vol. 38, n° 3.
- PIAGET J. & GARCIA R. *Psychogenèse et histoire des sciences*. Paris : Flammarion, 1983.
- PIAGET J. *La psychologie de l'intelligence*. Paris : Colin, 1967.
- PIAGET J. *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*. Neuchâtel : Delachaux et Niestlé, 1970 (1<sup>re</sup> édition : 1936).
- VERGNAUD G. Difficultés conceptuelles, erreurs didactiques et vrais obstacles épistémologiques dans l'apprentissage des mathématiques. In : BEDNARZ N. & GARNIER C. *Construction des savoirs, Obstacle et conflits*. Ottawa : Agende d'ARC, 1989.
- VERGNAUD G. La théorie des champs conceptuels. In : BRUN J. & FLORIS R. *Didactique des mathématiques*. Lausanne-Paris : Delachaux et Niestlé, 1996.
- VERGNAUD G. Forme opératoire et forme prédicative de la connaissance. In : *Actes du Colloque GDM*, Montréal, 2001.

## Supporting pupils' learning: the sources of problematisation

**Abstract:** This article raises the question of the assistance to problematisation for the pupils facing a situation-problem. It suggests the idea «of inductor of problematisation » and builds up a theoretical model in an approach articulating epistemology, psychology and didactics. The inductor of problematisation is defined there as a didactic help for the construction and the resolution of problems. The model tries to articulate the Piagetian idea of schema and the Bachelardian approach to obstacles. The authors suggest one illustration of the idea of source and trace links empirical research perspectives linked to the training of teachers.

**Key Words:** Problematisation. Sources of Problematisation. Situation-Problem. Schema. Obstacle.

### ¿ Cómo ayudar a un alumno a problematizar ?

**Resumen:** Este artículo plantea la ayuda a la problematización para los alumnos frente a una situación-problema. Pone de relieve la idea « de inductor de problematización » y propone un modelo teórico en un enfoque que compagina epistemología, psicología, y didáctica. El inductor de problematización se define como una ayuda didáctica a la construcción y a la resolución de problemas. El modelo intenta articular la idea de Piaget de esquema y el trabajo sobre los obstáculos en un marco bachelardiano. Los autores proponen después una ilustración de la idea de inductor y esbozan las perspectivas de investigación empírica en relación con la formación de docentes.

**Palabras claves :** Problematización. Inductor de problematización . Situación-problema. Esquema. Obstáculo.