

Jean-Pierre ASTOLFI
Brigitte PETERFALVI - Anne VÉRIN

Comment les enfants apprennent les sciences ?



**Clés pour renouveler
l'enseignement scientifique**



Jean-Pierre ASTOLFI
Brigitte PETERFALVI
Anne VÉRIN
COMMENT LES ENFANTS
APPRENNENT LES SCIENCES

RETZ

1, RUE DU DÉPART
75014 PARIS

SOMMAIRE

Introduction	7
Chapitre 1 La communication dans la classe et ses pièges	13
Clés pour l'analyse didactique	14
• L'impossible transparence	14
• Du contrat didactique	17
• L'inattendu et les apparentes régressions...	19
Exemples à la loupe	24
• Les galles du chêne	25
• Le cycle de vie dans la mare	27
• Logiques entrecroisées	31
Repères pour la classe	32
• Dialogal ou dialogique ?	33
• Le pilotage diversifié des séquences	35
Fiche de synthèse	43
Chapitre 2 Représentations et obstacles aux apprentissages scientifiques	45
Clés pour l'analyse didactique	46
• Les figures doubles de la représentation	46
• Des représentations aux obstacles	51
• Obstacles et conflits	58
Exemples à la loupe	62
• Quatre élèves et un renard	62
• Des logiques contrastées	68
• La surdétermination des représentations	69
Repères pour la classe	73
• Un diagnostic de l'état des lieux	73
• De nouvelles modalités de l'intervention didactique	75
• De nouvelles modalités de construction des séquences	80
Fiche de synthèse	84
Chapitre 3 Démarches expérimentales et formation scientifique	87
Clés pour l'analyse didactique	88

• Rigueur et adaptation	88
• L'invention des possibles	90
• Des savants en herbe ?	93
• Les activités de modélisation	95
• Sciences expérimentales et réussite scolaire	99
Exemples à la loupe	101
• Le lapin repère sa nourriture	101
• Découverte des propriétés des roches	106
Repères pour la classe	109
• Les trois registres de l'expérimentation	110
• Mais comment évaluer ?	113
• Scientifique, vraiment...	116
Fiche de synthèse	120
 Chapitre 4 Écriture et graphismes en sciences	 125
Clés pour l'analyse didactique	126
• L'écrit, une condition de l'activité scientifique	126
• La science, une occasion d'exercer les compétences d'écriture	132
• Schématisations et codages	139
Exemples à la loupe	148
• « Pourquoi ça moisit ? »	148
• Sandrine et les pâtes	160
Repères pour la classe	164
• L'importance des « brouillons »	164
• La diversification des écrits	165
• Les fonctions multiples des écrits	168
Fiche de synthèse	172
 Chapitre 5 Construire et structurer le savoir scientifique	 175
Clés pour l'analyse didactique	176
• Apprendre par résolution de problèmes	176
• Les concepts et leurs niveaux de formulation	179
• Trames conceptuelles et itinéraires d'apprentissage	185
Exemples à la loupe	190
• L'énergie à l'école élémentaire	190
• Favoriser la structuration	198
Repères pour la classe	200
• De l'activité à la tâche	200
• Des tâches aux concepts	204
• Une construction lente, des repères réguliers	207

• Les critères d'un moment structurant	209
Fiche de synthèse	213
Chapitre 6 Victor Host (1914-1998), pionnier de la didactique des sciences	217
Comment se définit la pensée scientifique	220
Place des apprentissages « spontanés » dans la formation scientifique	225
L'analyse du problème	231
Les opérations intellectuelles dans la formation scientifique	234
Le modèle pédagogique synthétique	238
Finalités de l'enseignement scientifique face aux années 2000	243
Glossaire	247
Bibliographie	261

L'enseignement scientifique jouit d'un regain d'intérêt et d'attention, et cet ouvrage se propose d'en décrire les enjeux actuels et de proposer des voies pour son renouvellement. À l'école primaire, les sciences ont longtemps été le parent pauvre, en raison à la fois de la faible formation en ce domaine de nombre d'instituteurs et du découragement consécutif aux longues controverses, souvent stériles, autour des activités d'éveil. Au début du collège, elles sont à peine mieux loties, pour des raisons différentes, depuis la suppression de la physique-chimie en 6^e-5^e et avec la dégradation des conditions de l'enseignement de la biologie-géologie, notamment dans sa dimension manipulative et expérimentale. Les choses paraissent s'engager aujourd'hui dans une autre dynamique, l'impact médiatique des initiatives du prix Nobel Georges Charpak ainsi que les nouveaux projets ministériels n'y étant pas étrangers.

Des recherches au service de l'enseignement

C'est une bonne opportunité, nous a-t-il semblé, pour mettre en perspective les nombreuses recherches en didactique, conduites par notre équipe scientifique pluridisciplinaire à l'Institut national de recherche pédagogique (INRP), afin d'en rendre plus disponibles les acquis et outils, souvent trop mal diffusés jusque-là. Nous espérons que cette synthèse permettra de mieux faire ressortir la continuité et la cohérence sur le long terme de la problématique d'ensemble que nous avons adoptée. Il ne s'agit pourtant pas d'un ouvrage de recherche, mais d'une tentative pour en rendre plus largement disponibles les résultats, les démarches et d'abord l'attitude de questionnement et d'ouverture que celle-ci développe. Chacun peut avancer des idées et des projets pour l'amélioration de l'enseignement des sciences, et c'est sans doute bien ainsi. Ils sont fondés tantôt sur l'expérience du terrain, tantôt sur une certaine conception du rôle de la science dans l'enseignement et la formation, mais le risque est constant de tenir un discours normatif sur ce qu'il convient de faire et d'éviter. Nous-mêmes n'y échappons sans

doute pas totalement dans nos analyses et nos propositions, et nous ne masquerons pas les choix qui sont les nôtres. Mais il nous a paru essentiel de montrer comment ceux-ci prennent appui sur une longue pratique de recherche. C'est elle, nous semble-t-il, qui nous prémunit contre les certitudes hâtives et les présupposés trop forts, sans gommer la passion...

Ce sont les analyses et interprétations minutieuses de séquences, présentées chapitre après chapitre, qui permettront le mieux au lecteur de comprendre sur quoi se fondent les points de vue affirmés et la perspective brossée. La recherche est toujours le moment d'un «détour» par rapport à l'action, avec le goût et le risque de raffiner à l'excès les interprétations, quand les exigences du métier appellent à des solutions simples et rapidement applicables. Le lecteur pourra, à certains moments, penser que nous y avons cédé. Mais dans la recherche en éducation, les conclusions spéculatives ne sont jamais une fin en soi. Nous espérons que l'effort fait pour assurer le «retour» à la réalité sera perçu, et nous avons été aidés en cela par le caractère largement participatif des recherches conduites et décrites, par les remarques, l'enthousiasme, la persévérance dans l'expérimentation de terrain et, parfois, les impatiences des enseignants associés. Bref, nous avons constamment tenté d'articuler au mieux le détachement nécessaire à la recherche et l'engagement indispensable dans la formation.

Les cinq premiers chapitres s'organisent autour de questions qui nous paraissent aujourd'hui essentielles à la qualité des enseignements scientifiques, et sur lesquelles ont porté différentes recherches successives, dont nous avons synthétisé les apports. Nous avons dû, pour cela, procéder à des choix difficiles sans être certains d'avoir toujours opté pour les meilleurs. Nous aurions aimé intégrer bien d'autres contributions qui n'ont pas pu trouver place dans la structure de l'ouvrage, et qui sont autant de regrets. Le texte reprend de nombreux éléments qui ont fait l'objet d'une première publication dans des rapports et articles dont la liste est donnée page 261. Mais tout a été revu en profondeur, actualisé, unifié quant au style, reconstruit dans une forme homogène, et de nombreux développements neufs ont été introduits. Si donc, ceux qui ont accompagné les recherches et publications de l'INRP y reconnaissent, avec plaisir souhaitons-nous, certains passages ou exemples déjà rencontrés, il n'est pas abusif de présenter l'ensemble comme une construction nouvelle et originale. Nous espérons même que sa lisibilité renforcée et sa cohérence en feront un outil de référence pour les formateurs scientifiques de l'école primaire et du collège, ainsi que pour tous les enseignants soucieux de renouveler leurs pratiques pédagogiques des sciences.

Plan de l'ouvrage

Le premier chapitre, intitulé *La communication dans la classe et ses pièges*, permet de prendre conscience des ambiguïtés du fonctionnement coutumier

de l'enseignement. De façon peu apparente à l'observation immédiate, des logiques s'y entrecroisent, différents points de vue coprésents se méconnaissent. Cela concerne aussi bien les interactions avec l'enseignant que les échanges au sein des groupes d'élèves. De telle sorte que, trop souvent, ce qui pourrait être en discussion ou même produire des conflits intellectuels stimulants, riches pour la formation scientifique, se perd dans une forme dialoguée stéréotypée, trop exclusivement orientée par les attentes de l'enseignant. Nous pointons certains problèmes liés aux échanges et à la communication scientifiques, et proposons des alternatives pour que la classe, dans la diversité de ses modes de fonctionnement, devienne davantage un lieu de débat scientifique.

Le chapitre 2, *Représentations et obstacles aux apprentissages scientifiques*, évoque un des chantiers les plus anciens de la didactique des sciences. Il s'agit de la prise de conscience mondiale de l'existence de conceptions résistantes des élèves, alternatives aux notions et aux objectifs des programmes. Ces représentations précèdent l'enseignement, l'accompagnent... et souvent, hélas, lui survivent au bout du compte dans la tête des élèves. Le constat est aujourd'hui souvent admis et la formation a souvent repris cette idée, mais force est de constater que les enseignants restent encore assez démunis pour savoir comment «prendre en compte» ces représentations et les intégrer réellement à une progression d'enseignement. Nous montrons que cela suppose une analyse plus poussée des obstacles qui sous-tendent et stabilisent ces représentations en profondeur, pour mieux comprendre les raisons de l'attachement récurrent des élèves, malgré bien des efforts didactiques. Nous évoquons différentes voies possibles pour qu'on ne limite pas, dans le meilleur des cas, la question des représentations à une phase initiale visant à les éradiquer, suivie d'un retour à une progression «normale». Nous développons l'idée que, au lieu de les considérer comme des freins à un enseignement satisfaisant, il vaut mieux les utiliser positivement comme l'un des moteurs des apprentissages scientifiques.

Le chapitre 3, *Démarches scientifiques et formation scientifique*, porte sur ce qui fait l'originalité reconnue de nos enseignements : le travail des capacités logiques des élèves et la maîtrise des formes du raisonnement. La période de l'école primaire et du collège couvre, en effet, les phases essentielles du développement de l'intelligence, telles que les a décrites Piaget. Quand on sait l'importance que cet auteur accorde à l'action sur les objets comme moteur du progrès cognitif, on comprend mieux ce qui peut se jouer pour les élèves à l'occasion des démarches d'observation et d'expérimentation. Malheureusement, ces objectifs ambitieux affichés ne sont pas toujours tenus jusqu'au bout, et l'initiation expérimentale (au sens large) oscille sans cesse entre une formation intellectuelle authentique et un prétexte pour introduire les contenus des programmes, même en s'appuyant sur la participa-

tion active et concrète de la classe. Nous montrons que cette façon de ne pas choisir fait souvent perdre sur tous les tableaux, et nous proposons des alternatives didactiques possibles selon les moments d'une progression.

Le chapitre 4, *Écriture et graphismes en sciences*, insiste sur l'importance cruciale de l'écrit, sous toutes ses formes, dans les apprentissages scientifiques. En un sens, nous le verrons, il n'est pas de science véritable sans les traces écrites ou graphiques qui stabilisent l'observation, l'expérience, la mesure. Nous insistons sur le fait que l'écriture ne peut se limiter à la rédaction collective finale d'un compte rendu, d'un résumé ou d'une définition, mais qu'elle accompagne utilement l'ensemble du processus de recherche et d'apprentissage. Mieux : l'écriture, loin de correspondre à une mise sur le papier de ce qui a préalablement été pensé, est souvent l'occasion d'une transformation cognitive de ce qui s'élabore, grâce aux contraintes du code qui le distingue de la volatilité de l'oral. La scription elle-même contribue à transformer le « format » accordé au monde et aux phénomènes. Il ne s'agit évidemment pas de transformer les enseignements scientifiques en séances d'écriture, mais nous verrons de quelle façon ils peuvent être l'occasion privilégiée d'apprentissages instrumentaux, qui n'ont pas leur équivalent pour la maîtrise de la langue.

Le chapitre 5, *Construire et structurer le savoir scientifique*, fait rebondir la question des connaissances, dont nous regrettons l'emprise excessive en débutant. Mais à l'issue des développements précédents, il apparaîtra mieux qu'on ne peut se satisfaire de savoirs déclaratifs formalisés, quand un énoncé scientifique doit d'abord être la réponse à un problème, au terme d'une investigation. Il est alors essentiel de consacrer des temps et des efforts particuliers à identifier et à nommer comme telles des connaissances qui sont d'abord liées aux situations, aux démarches de recherche. Cela n'est en rien naturel et permet de comprendre que de nombreux élèves en restent à l'exemple quand d'autres accèdent au concept. Nous proposons des pistes pour définir des niveaux successifs de formulation d'une même notion, pour aider à décontextualiser et à systématiser les acquis ponctuels, pour élaborer des trames conceptuelles.

Le chapitre 6 est d'une toute autre nature puisqu'il est consacré à la figure de *Victor Host (1914-1998)*, pionnier de la didactique des sciences, qui créa l'équipe de didactique des sciences de l'INRP dans les années 70, et à qui nous dédions cet ouvrage. Le projet de mieux faire connaître son apport décisif remonte à l'origine de notre entreprise, antérieurement à son récent décès. Les circonstances nous conduisent à appuyer l'hommage qui lui est ici rendu. Sans tomber dans une hagiographie qu'il aurait détestée, nous évoquons son parcours et sa personnalité, dont la modestie légendaire n'a d'égaux que sa pénétrante compétence et sa profonde humanité. Ses textes, d'accès difficile, trop mal connus et souvent épuisés, méritaient

de jouir d'une diffusion nouvelle. Nous en proposons ici une courte sélection, dont la mise en correspondance avec le texte des chapitres précédents rend manifeste son influence jusqu'à aujourd'hui et souligne ce que nous lui devons.

Structure de chaque chapitre

Chacun des cinq premiers chapitres est organisé d'une façon systématiquement homogène. Après une introduction destinée à pointer une question centrale pour l'enseignement des sciences, trois entrées sont chaque fois répétées.



« *Clés pour l'analyse didactique* » fera état d'acquis issus des recherches, permettant de mieux comprendre les enjeux de chaque problématique développée. Cette entrée, qui cherche à établir des ponts entre l'enseignement et la recherche, nécessitera de la part de certains lecteurs un « pas de côté », même si un important effort d'écriture a été consenti pour la rendre accessible et l'illustrer d'exemples de classes réelles. On y trouvera des exposés synthétiques aidant à mieux formuler ou reformuler les questions auxquelles l'enseignement des sciences est confronté, tant il est vrai qu'il faut souvent changer de perspective pour mieux résoudre les difficultés quotidiennes. Pour alléger le texte, le choix a été fait de ne pas y expliciter les références théoriques évoquées, une bibliographie de référence étant disponible en fin d'ouvrage.



« *Exemples à la loupe* » détaille, sur quelques situations d'enseignement travaillées dans le cadre de recherches didactiques, le détail des interprétations nouvelles auxquelles on peut parvenir. Cette entrée montre comment des séquences concrètes, dont chacun trouvera des équivalents dans son expérience personnelle, peuvent être finement décortiquées pour mieux comprendre ce qui s'y joue du point de vue des apprentissages. Cela fournit des modèles possibles pour l'analyse des pratiques, telle qu'elle se développe actuellement en formation initiale et continue.



« *Repères pour la classe* » traduit de façon plus opérationnelle les retombées possibles en termes d'enseignement. Il ne s'agit pas de redoubler ici les utiles guides pédagogiques – par ailleurs disponibles –, mais d'indiquer aussi clairement que possible des pistes, des orientations, des principes, des alternatives (des dérives aussi), qui ont fait l'objet de longues expérimentations sur le terrain et ont montré leur faisabilité.



En conclusion, sont chaque fois repris sous forme d'une « *fiche de synthèse* » synoptique et pratique, les points essentiels des développements du chapitre.

La communication dans la classe et ses pièges

Ce premier chapitre sera consacré à l'analyse des échanges didactiques au cours des enseignements scientifiques, souvent régis par ce qu'il est convenu d'appeler la « classe dialoguée ». Il s'agit en fait, le plus souvent, d'une forme très particulière de dialogue, puisque l'enseignant interroge quand il connaît lui-même les réponses mieux que les élèves qu'il sollicite, tandis que la classe exprime moins son propre point de vue qu'elle ne cherche à décoder les attentes magistrales pour tenter de s'y adapter. De là l'idée, récemment développée, qu'existe un « métier d'élève », ce dernier cherchant davantage à réussir qu'à comprendre, répondant davantage à l'enseignant qu'à son questionnement. Il en résulte un fonctionnement discursif qui, en première analyse, paraît satisfaisant puisque la classe est active et, comme on dit, « participe ». Bref, ça parle beaucoup, ça marche plutôt bien, et l'observateur extérieur peut être sensible au caractère rôdé, huilé, de ce qu'on appellera une « coutume didactique ».

Pourtant, l'analyse détaillée de séquences enregistrées d'enseignement scientifique permet de prendre conscience des nombreuses ambiguïtés de ce fonctionnement coutumier de la classe dialoguée. En effet, d'une façon peu apparente en première lecture, des logiques différentes s'entrecroisent souvent, des points de vue contrastés se méconnaissent. Cela concerne aussi bien les interactions avec l'enseignant que les échanges au sein des groupes d'élèves. De telle sorte que ce qui pourrait faire débat ou même conflit, au sens positif du terme, s'évanouit et se dissout fréquemment dans une molle discussion, trop orientée par les seules attentes de l'enseignant.

La question en débat

Comment passer d'une rhétorique didactique « bien huilée », mais tournant un peu à vide, à l'émergence de questions et à la construction de problèmes scientifiques qui soient vécues comme telles par la classe ?



CLÉS POUR L'ANALYSE DIDACTIQUE

Qui ne rêve de rendre aussi clairs et transparents que possible les échanges au sein de la classe? Qui n'espère légitimement développer une complicité didactique maximale entre enseignants et élèves? C'est même là le fondement de toute une littérature, au demeurant très utile, sur la pédagogie du contrat, avec ce qu'elle suppose d'explicitation des exigences et de partage des objectifs. C'est pourtant, nous allons le voir, largement illusoire. Une telle affirmation, qui pourra surprendre, ne signifie nullement qu'il faille prendre son parti de l'opacité didactique, encore moins l'encourager, mais que mieux vaut éviter de s'illusionner, aiguïser sa lucidité sur les phénomènes d'enseignement, sans projeter trop vite ses intentions sur la réalité. On est loin aujourd'hui, en effet, des premières théories de la communication qui, sur le « modèle télégraphique » de Claude Shannon, dans les années 50, l'envisa-geaient en termes rustiques d'émission-réception. On sait bien maintenant, en s'appuyant par exemple sur les nombreux travaux de l'école dite de Palo Alto, que différents canaux et niveaux simultanés de communication coexistent (d'une façon sensible ou subliminaire), ce qui revient à dire que tout récepteur est également un émetteur. Il est donc indispensable, pour mieux comprendre les enjeux réels d'une situation didactique, d'aller voir de plus près ce qui se passe et ce qui se joue dans les séquences d'enseignement.

L'impossible transparence

Les élèves, d'abord, tentent de décoder les implicites qu'ils captent confusément chez l'enseignant, car ils ressentent bien que c'est là une condition nécessaire pour satisfaire ses exigences et répondre positivement à ses attentes. Par leurs tentatives pour décoder le sens de ses interventions, les élèves cherchent à déterminer le comportement général qui est attendu d'eux. Par exemple, le fait que le maître reprenne une proposition émise par un élève, traduisant l'importance qu'il accorde à son expression, est interprété comme une invitation à en émettre de nouvelles. Un tel jeu influe sur le climat de la classe et la dynamique générale des activités, comme aussi sur les termes précis par lesquels une notion est perçue et construite. Certaines idées se trouvent « interdites » de façon indirecte, et d'autres sont privilégiées, sans que les élèves aient les moyens de maîtriser la signification de ces choix. On parvient de la sorte à des doubles discours lorsqu'un même terme est employé dans des sens différents par l'enseignant et par les élèves, sans qu'on en ait conscience de part et d'autre, à des discours parallèles dans les cas où un déplacement de sens est opéré par l'enseignant, mais où certains élèves poursuivent leur idée sans être entendus. On arrive parfois miraculeusement à la



«bonne solution», mais avec un raisonnement contestable... Dans tous les cas, les effets n'en sont pas vraiment contrôlés, même dans ceux où ils sont positifs par rapport à ce qui se joue dans la séquence. Par exemple, quand les élèves proposent des procédures de vérification en réponse à une question du maître qui, en réalité, voulait signifier une réserve ou un doute.

L'enseignant, de son côté, tente de décoder l'implicite chez les élèves et s'efforce de comprendre ce qu'ils ont «dans la tête». Il choisit aussi de conserver volontairement certaines zones d'ombre pour des raisons variées : pour ne pas communiquer des éléments considérés hors de leur portée ou susceptibles de les engager dans de fausses voies, pour ne pas donner – ou ne pas donner trop tôt – son propre point de vue avec l'idée de faciliter une meilleure expression, ou encore parce que certaines choses lui semblent aller d'elles-mêmes. Il n'échappe, pas de surcroît, à toute une part d'implicite dans sa propre attitude, ainsi qu'à travers des choix personnels dont il n'est pas toujours conscient.

Cela concerne d'abord la conception des contenus. Se référant au savoir savant, chaque enseignant a des idées sur les difficultés intrinsèques de construction d'un concept donné et les obstacles à surmonter ; chacun possède son point de vue sur la possibilité qu'ont ou n'ont pas les élèves d'une tranche d'âge donnée à aborder telle notion, tel aspect d'une question, tel degré de complexité ou d'abstraction. Ceci peut amener à n'accepter comme valable qu'un seul registre de parole, lequel fonctionne alors comme une norme non dite. Plus largement, tout enseignant est tributaire d'une certaine conception qu'il se fait de l'apprentissage, d'une vision de l'école, d'une image de soi dans sa classe, d'un système de valeurs auquel il adhère ou dont il est porteur.

D'autre part, s'étant construit une idée des représentations fréquentes liées à une notion (voir chapitre 2), l'enseignant peut retenir préférentiellement certains éléments du discours des élèves, dans lesquels il reconnaît (ou croit reconnaître) ces représentations. Il n'est pas rare de ce point de vue qu'il plaque sur les élèves des représentations qui ne sont pas vraiment les leurs, développant alors de véritables *artefacts*. Mais les représentations ne sont pas le propre des élèves et chacun se fait une image (personnelle ou sociale) des contenus qu'il enseigne. Il est ainsi courant d'employer un langage métaphorique ou de développer des exemples en relation avec le quotidien, avec des élèves qui ne maîtrisent pas encore le langage scientifique. Ce recours présente des aspects positifs et peut jouer un rôle de «pont cognitif». Mais il réserve aussi des surprises dans la mesure où ces images utilisées, ces modèles esquissés associent fréquemment à leur insu des ensembles d'idées étrangères à ce qu'ils visent à faire construire.

On peut même défendre que le développement actuel des formes pédagogiques dialoguées renforce les implicites plus qu'il ne les lève, et développe ce que Basil Bernstein a nommé des «*pédagogies invisibles*». Cette position



ne plaide nullement pour un retour aux formes transmissives traditionnelles, mais souligne qu'il est nécessaire d'aller plus loin dans la mise en regard des modalités d'enseignement et des fonctions que celles-ci remplissent. C'est pourquoi il serait utile d'être plus attentif à la finalité des séquences, de telle sorte que les élèves sachent aussi précisément que possible si l'on est en train :

- de chercher les moyens de réussir une action ou de remédier à une difficulté (élevage...);

- d'établir une connaissance de façon empirique en essayant des hypothèses par tâtonnement (développant par là l'attitude qu'il est possible de trouver soi-même des réponses, même partielles, à ses questions);

- d'établir un invariant, une loi, un modèle, dépassant une situation particulière et possédant une valeur prévisionnelle par rapport à une classe de problèmes;

- de comparer des éléments de savoir établis à des moments différents pour les intégrer dans un réseau unique;

- de confronter ce qu'on a construit soi-même avec les données documentaires;

- de comprendre, puis d'apprendre, une notion que l'enseignant apporte explicitement, parce qu'il paraît impossible que les élèves la découvrent vraiment alors que cette notion sera utile pour résoudre de nouvelles questions, etc.

Selon la finalité choisie, la cohérence du dialogue diffère. Les échanges ne sont pas structurés de façon identique si le maître et la classe recherchent un maximum d'hypothèses possibles (dans ce cas, il faut solliciter toutes les idées et les faire rebondir pour augmenter la divergence), si les élèves cherchent à redécouvrir le point de vue de l'enseignant, ou si l'on cherche à tester différentes idées en présence (auquel cas toutes doivent être soumises de manière égale à l'analyse critique...). Or, face à cette palette des finalités possibles, la pédagogie dialoguée ne choisit pas. Elle se situe *de facto* dans une position médiane peu argumentée ou glisse imperceptiblement de l'une à l'autre, et cela constitue aujourd'hui un problème didactique important.

Ce qui est vrai de la communication orale l'est aussi pour l'écrit, notamment pour le compte rendu d'expérience, accompagné de dessins et de schémas, qui est un texte typique de la tradition scolaire de l'enseignement scientifique. On y relève une divergence entre des objectifs concurrentiels, divergence qui, d'ordinaire, reste essentiellement gérée par les élèves d'une façon « privée ». D'une part, le compte rendu doit décrire la suite des opérations conduites, fournir les données recueillies sur les phénomènes provoqués et indiquer les conclusions qui en sont tirées. De ce point de vue, il rejoint la superstructure des articles de revues scientifiques, généralement désignée par le sigle IMRD, articles dans lesquels on reconnaît une *introduction* qui présente le problème, un exposé de la *méthodologie* retenue, l'énoncé de *résultats*, et, enfin, une *discussion* concernant leur apport à la

problématique de départ. Dans lesquels, surtout, on distingue une partie « relation » (méthodologie et résultats) utilisant un mode d'énonciation objectif (absence de *je*, tournures passives...), et une partie « commentaire » (introduction et discussion) à caractère plus personnel (énonciation subjective laissant place à l'argumentation développée par l'auteur).

Simultanément, le compte rendu doit aussi répondre aux exigences d'un modèle d'exposition codifié, en relation étroite avec le savoir scientifique des programmes. On s'attend à y retrouver, sous la plume de l'élève, la relation de faits scientifiques préétablis, que l'expérimentation est l'occasion de « redécouvrir ». Il rappelle donc, d'une certaine façon, les textes que contiennent les manuels, lesquels décrivent des expériences et en déduisent des lois, ou présentent ces expériences comme preuves de la valeur de ces lois. Il s'agit ainsi d'un genre ambivalent et *composite*, puisqu'il doit, en principe, rendre compte des étapes d'une démarche expérimentale heuristique telle qu'a pu la conduire l'élève, tout en se calquant sur la présentation d'un savoir socialisé déjà disponible. L'implicite est là encore très prégnant et il faudrait pouvoir aider les élèves à gérer une telle dualité d'objectifs, à percevoir la fonctionnalité de ce genre de texte pour construire ainsi des raisonnements scientifiques plus rigoureux.

Du contrat didactique

Les implicites didactiques, tels que nous venons de les examiner, relèvent de la complexité des situations de communication et des différents canaux parallèles que celle-ci peut emprunter à l'insu des interlocuteurs, de la diversité des « scènes » sur lesquelles elle joue simultanément. Ces implicites présentent donc un caractère général, dépassant largement l'enseignement scientifique, même s'ils s'appliquent là comme ailleurs. Cela rejoint l'idée traditionnelle du contrat en éducation, tel qu'on l'emploie, par exemple, quand on parle de pédagogie du contrat. On vise alors la recherche d'une explicitation maximale des choses, on développe une contractualisation des attentes et des demandes, de telle sorte que les élèves n'en soient plus réduits au décodage d'indices ténus pour apprécier ce qu'ils ont à dire et à faire pour réussir. Avec la notion de *contrat didactique*, que nous empruntons à Guy Brousseau, nous préciserons maintenant les raisons plus profondément épistémologiques de l'implicite dans la classe et en soulignerons même la nécessité afin que les élèves effectuent un véritable travail intellectuel. Cette notion, qui donne un sens nouveau au terme de contrat, attire l'attention sur le fait que certains implicites sont nécessaires car, à défaut, la classe peut bien produire les réponses attendues mais moyennant un effondrement de l'activité réflexive. C'est qu'il ne s'agit pas seulement qu'elle produise factuellement une réponse attendue, mais bien qu'elle maîtrise les opérations cognitives en jeu à travers cette production. Comme dit Brousseau de façon



polémique, « *si le maître dit ce qu'il veut, il ne peut plus l'obtenir* ». Il illustre cette formule volontairement paradoxale par ce qu'il appelle l'effet Topaze et l'effet Jourdain :

– *L'effet Topaze* se caractérise par le fait que lorsque la classe ne sait pas résoudre une difficulté, le maître la surmonte à sa place, par la façon dont il interroge et intervient. Il pose des questions mais, très vite, surtout s'il n'obtient pas dans le temps espéré la réponse voulue, il fournit lui-même des indices facilitateurs et, en quelque sorte, « vend la mèche ». On connaît le célèbre *Topaze* de Marcel Pagnol, faisant faire une dictée en prononçant méticuleusement toutes les lettres des mots à orthographier avec une pointe d'accent méridional : « *Les moutonsses étai-hunt...* » On comprend que, s'il s'agit là d'un procédé efficace pour éviter les fautes, les élèves n'ont plus qu'à se caler sur les intonations du maître pour lui donner satisfaction, de telle sorte que l'exercice s'avère stérile et vidé de sens. Cette illusion d'apprentissage, motivée par les meilleures intentions du monde, s'avère très fréquente.

– *L'effet Jourdain*, complémentaire, est mis en jeu lorsque l'effet Topaze s'avère insuffisant pour que la bonne réponse soit produite assez vite. Il se caractérise, lui, par le fait que lorsque la classe ne sait pas résoudre une difficulté, le maître se satisfait d'une réponse approximative de la classe comme manifestation, certes approchée mais acceptable, du savoir qu'il attend. Il considère que si les élèves ne savent pas exprimer la compétence espérée, ils en portent quand même en eux la maîtrise, tout comme monsieur Jourdain faisait de la prose sans le savoir. L'enseignant feint alors, souvent de bonne foi, d'estimer qu'il ne s'agit que d'un défaut dans l'expression et que, par une reformulation adéquate des choses, il peut rétablir la situation. Mais il sous-estime ainsi gravement la distance cognitive qui sépare ce que les élèves expriment sur un exemple particulier, ou avec des mots de tous les jours, et ce qui constituait l'objectif conceptuel de la leçon.

Les ressources combinées des effets Topaze et Jourdain permettent souvent que, en termes de conduite de classe, « *ça marche* » et « *ça parle* », même si la machine tourne ainsi un peu à vide. Une tâche est proposée à la classe, mais on la prive des moyens de s'y affronter vraiment, puisqu'elle est résolue par substitution des rôles. Pour éviter de tels effets, la notion de contrat didactique met l'accent sur le fait que c'est à la classe de résoudre le problème posé par ses moyens propres, aussi insuffisants qu'ils soient au début, le plus difficile étant pour l'enseignant... de se mordre les lèvres pour ne pas parler ! Cela suppose évidemment un sérieux « calcul » de la situation didactique afin de s'assurer que, même si la tâche est complexe (et sans doute faut-il qu'elle soit assez exigeante pour être intéressante), les élèves puissent en venir à bout. Le « calcul » porte en particulier sur ce que chacun des partenaires de la relation didactique porte la responsabilité de gérer, et dont il sera d'une manière ou d'une autre *responsable devant l'autre*.

Le maintien des implicites est alors une ressource didactique essentielle dans la mesure où, si le maître ne parle pas, ce n'est pas qu'il cherche à cacher quelque chose par plaisir sadique ou goût du pouvoir, mais qu'il a conscience de la dissymétrie fondamentale de la situation didactique. Celui qui sait ne peut pas imaginer construire à la place des élèves ce que ceux-ci ne savent pas. Ceux qui ne savent pas encore vont devoir affronter, en « première personne », une tâche difficile, destinée à leur faire dépasser des obstacles dont ils ne peuvent avoir conscience *a priori*. C'est de la situation elle-même, davantage que de l'évaluation externe portée par l'enseignant, que viendra le jugement de réussite. C'est là ce que Brousseau nomme le processus de *dévolution*, par lequel la classe prend en charge elle-même un problème qui lui a été soumis dans le but de l'affronter à un obstacle et de la laisser aux prises avec lui.

Pour conclure ce point, disons que le contrat pédagogique est fondé sur le libre engagement de personnes autonomes qui ajustent, aussi précisément que possible, leurs attentes respectives et clarifient au maximum les « règles du jeu ». Quant au contrat didactique, c'est une sorte de contrat social par lequel chacun délègue une partie de ses droits particuliers au profit d'un bien supérieur recherché en commun. Ce qui disqualifie le premier (le contrat pédagogique), c'est tout ce que la situation comporte comme contraintes, domination ou abus de pouvoir. Ce qui disqualifie le second (le contrat didactique), c'est tout ce qui, au profit du particulier, ruine le projet collectivement visé. Dès lors, pour réussir un apprentissage, ces deux dimensions, aussi contradictoires qu'elles paraissent, doivent être combinées :

- d'une part, expliciter et contractualiser tout ce qui est possible, afin d'éviter que les élèves soient sanctionnés en raison d'exigences qu'ils n'avaient pas perçues et qu'ils découvrent trop tard au moment de l'évaluation (problématique du contrat pédagogique);

- mais en même temps, conserver caché, à la façon d'une énigme qui constitue le ressort de l'apprentissage, ce qui compromettrait sa réussite dès lors qu'on le dévoilerait (problématique du contrat didactique).

Tout n'est donc pas bon à dire aux élèves, en particulier ce qui a toutes chances de leur plaire mais ruinerait leur activité propre, au lieu de la stimuler et de la mobiliser. Cependant, ce n'est pas un motif pour garder secret ce qui gagne à être explicité, au bénéfice d'une meilleure anticipation et d'une orientation efficace du projet d'apprendre.

L'inattendu et les apparentes régressions...

Du fait que tout ne peut être envisagé et calculé dans les situations d'enseignement scientifique qui organisent la dévolution du problème à la classe, des décalages et imprévus se révèlent de part et d'autre, créant une sorte de *tension didactique* qui témoigne du jeu complexe, tel qu'il a été décrit



entre le contrat pédagogique et le contrat didactique. Les difficultés de gestion de cette tension par les enseignants se traduisent par divers types de décalages avec le projet :

- dans le mode de construction des séquences par les enseignants, par exemple par le rôle privilégié donné aux contradictions logiques, alors que beaucoup de choses se jouent sur un plan moins rationnel en ce qui concerne les obstacles;

- dans la gestion de ces séquences, lorsque l'enseignant autorise plus ou moins effectivement l'expression de l'erreur et du doute, ou encore lorsque son respect scrupuleux d'un protocole préétabli l'éloigne de l'écoute des élèves;

- dans les réactions d'étonnement ou d'inquiétude par rapport aux processus intellectuels qui apparaissent dans ces séquences (évitements des conflits, régressions apparentes...).

La balance entre deux logiques

L'enseignant doit donc prendre en compte, dans une même action, le projet de travail sur les obstacles et les exigences du système scolaire, vécus comme contradictoires. Ils renvoient à des contraintes institutionnelles : par exemple, la nécessité de donner des notes, les nécessités de gestion de la classe dans des horaires limités et morcelés, sauf à l'école primaire où la souplesse est plus grande.

L'exemple suivant en donnera une idée. Après une phase où la majorité des élèves d'une classe de 6^e exprime l'idée que le dioxyde de carbone est un gaz respiratoire nocif pour l'organisme et que, comme tel, il ne peut constituer une source de matière pour la croissance de tomates, un document distribué relate une expérience de l'Institut de recherche agronomique (INRA) qui montre, contrairement à la prévision des élèves, que l'augmentation du taux de CO₂ dans l'air des serres conduit à une augmentation de la masse des tomates cultivées. L'un des élèves, Pierre-Yves, ne peut accepter cette idée, et lorsque l'enseignante lui demande de lire à haute voix le document, il s'en montre incapable. « *C'est impossible*, explique-t-il, *puisque le CO₂ est le gaz rejeté.* » C'est finalement un autre élève qui lira le document à sa place.

P1 : *Explique-nous pourquoi tu n'es pas d'accord.*

E1 : *Ben le CO₂, c'est le dioxyde de carbone, c'est le gaz que rejettent les plantes et pas ce... celui qu'elles absorbent !*

P2 : *Bon. Qu'est-ce que... quand l'INRA augmente la quantité de dioxyde de carbone, qu'est-ce que ça entraîne sur les tomates ? Qu'est-ce que te dit le texte ?*

E2 : *(Il regarde en bas vers le texte.)*



- P3 : *Qu'est-ce qu'on obtient quand on augmente la quantité de dioxyde de carbone ?*
- E3 : *(Il fait la moue.)*
- P4 : *Qu'est-ce qu'on te dit ? On obtient quoi ? (Elle montre le texte.)*
- E4 : *...*
- E voisin : *On obtient une augmentation de masse, de volume et puis de matière !*
- P5 : *Oui, on a de plus grosses tomates, on en a en plus grand nombre, donc ?*
- E5 : *Ben... (Il baisse la tête et rit.)*
- P6 : *Non mais, est-ce que tu comprends ?*
- E6 : *Oui... (ton résigné)*
- P7 : *Ah ?*
- E7 : *Donc, le CO₂ est une nourriture pour les plantes ?*
- P8 : *Le CO₂ est une nourriture pour les plantes. Alors, qui veut encore rajouter quelque chose ? Est-ce que ça vous semble curieux ?*

Ce processus de fuite de l'information dérangeante par Pierre-Yves manifeste son désir de cohérence personnelle. Gardant le fil de son idée *a priori*, il nie les faits rapportés tout en percevant bien leur contradiction potentielle. Face à son refus d'admettre l'information, l'enseignante apparaît décontenancée (P1) et a recours à l'autorité du document pour la lui faire accepter (P2). La suite de l'échange vise à la lui faire énoncer lui-même, ce à quoi il se résignera d'un ton interrogateur, manifestant encore son doute (E7). Lorsqu'elle demande aux élèves si ça leur paraît curieux (P8), elle ne paraît pas avoir réalisé que pour Pierre-Yves, le premier refus était déjà une réponse ! Mais il n'a pu manifester son doute, disqualifié d'emblée qu'il était. Son silence, loin de signifier un refus de communication, marque pour lui une importante perturbation intellectuelle, la dissonance entre son idée-obstacle et l'information nouvelle apportée, malgré l'autorité conférée par l'origine INRA.

L'enseignante intervient ici en contradiction avec la logique de situation qu'elle a elle-même mise en place, puisque l'apport d'information avait pour fonction de départager les prévisions discutées auparavant par les élèves et de provoquer un conflit cognitif chez ceux pour lesquels ce résultat serait en décalage. Elle semble elle-même prise dans un système de tension entre deux logiques, ce qui l'incite à balancer entre deux attitudes. L'une peut être interprétée en référence à un désir d'appropriation rapide des connaissances ; l'autre renvoie au travail sur les obstacles qu'elle tente d'introduire mais qui s'oppose à cette acquisition rapide. Elle vit une sorte d'injonction paradoxale qui peut s'exprimer ainsi : écouter et prendre en compte les idées des élèves, tout en parvenant à bref délai à la conclusion. Sa balance entre les deux logiques traduit peut-être aussi la recherche d'un compromis légitime entre le respect du cheminement d'un élève particulier et la conduite de l'ensemble du groupe.



Des régressions positives

Pour les enseignants, c'est souvent une désagréable surprise de constater que les élèves produisent, à certains moments, des explications qui leur paraissent en retrait par rapport à ce qui semblait déjà construit, et de s'apercevoir que les obstacles qui semblaient dépassés resurgissent. Ce constat s'accompagne souvent d'une inquiétude compréhensible, quand ce n'est pas d'un sentiment d'échec. Le problème, c'est que, dans le feu de l'action, constater et vivre de telles régressions s'analyse comme une remise en question pénible de son action antérieure, et peut conduire à court-circuiter la pensée des élèves en leur imposant la solution conceptuelle qui paraît évidente, puisque antérieurement travaillée. Comme s'il suffisait de rafraîchir leur mémoire, comme si ce n'était chez eux qu'un défaut d'attention ou un simple oubli.

C'est ce qui se passe dans cette classe de 3^e qui, à l'occasion de manipulations antérieures variées, a travaillé deux modèles de la matière pour interpréter ses transformations : les changements d'état et la réaction chimique. Ces modèles, apparemment compris et supposés acquis, ont été affichés dans la salle pour rester disponibles et servir de référence au cours des leçons à venir. Cette fois, il est demandé aux élèves de préciser l'origine des bulles dans trois situations nouvelles : de l'eau gazeuse qu'on agite, de l'eau qu'on fait bouillir et de l'eau qu'on électrolyse, et d'identifier les types de transformation en cause dans chaque cas. Il s'avère, au cours des échanges avec l'enseignante, qu'un groupe ne parvient pas à mobiliser la notion pourtant déjà vue de changement d'état, afin de rendre compte de l'origine des bulles de l'eau en ébullition. Analysant après coup l'enregistrement vidéo de la séquence, nous avons pu avancer une interprétation de cette régression par rapport aux performances antérieures. Celle-ci paraît relever du fait que la notion de changement d'état s'est trouvée invisiblement déstabilisée par l'introduction ultérieure de la notion de réaction chimique. La présentation successive des deux modèles n'a pas suffi à provoquer chez les élèves une confrontation « mentalement » suffisante afin d'en « peser » les conséquences et les incidences. De surcroît, en termes de contrat didactique, l'idée s'impose que les élèves n'ont pas pensé à s'appuyer sur une leçon qui datait déjà, alors que l'étude de la réaction chimique était venue s'intercaler.

Sur le moment bien sûr, l'enseignante ne dispose pas d'une telle grille de lecture et se trouve désarçonnée par les hésitations et erreurs des élèves. Elle tente de leur faire réexprimer ce qu'ils avaient étudié et, croyait-elle, bien acquis dans la séance antérieure. Les élèves ressentent parfaitement la déception de leur professeur et apparaissent désappointés de ne pouvoir lui donner satisfaction, mais ils ne parviennent pas à saisir ce qu'elle attend d'eux. Entre-temps, ils ont changé de système de pensée et ils n'identifient

plus la situation comme un changement d'état, aussi nettement qu'ils en étaient capables juste après la leçon.

Un autre exemple provient d'une classe de 2^{nde}, dans un contexte de travail voisin de celui présenté plus haut sur la croissance des tomates. Après avoir rédigé individuellement leurs prédictions sur l'effet des différents taux de CO₂, tels que l'INRA les a fait varier dans des cultures sous serre, ils sont invités à débattre et à argumenter leurs avis. À la suite de quoi, ils reprennent la rédaction de leurs prévisions, en notant ce que la discussion a produit chez eux comme modification des idées. L'analyse ultérieure des écrits a permis de repérer trois élèves dont les prévisions initiales étaient correctes, mais qui se sont rangés à l'avis d'une camarade et qui apparemment régressent dans la compréhension. La discussion au sein des groupes, qui avait été mise en place dans l'idée de disqualifier les idées non conformes grâce aux « bons » arguments des autres, aboutit paradoxalement à disqualifier fâcheusement les idées correctes. Voici un extrait de cette situation singulière :

Écrit 1 : Sur un schéma de plan de tomate, distribué avant la présentation des expériences de l'INRA, et sur lequel il est demandé d'indiquer comment se nourrit la plante, Juliette ne fait pas figurer d'échanges gazeux. L'idée d'une intervention de gaz n'est pas immédiatement disponible pour elle dans le contexte de la nutrition.

Écrit 2 : Après présentation du document de l'INRA, Juliette écrit : *« Il faut une valeur supérieure à 0,003 % pour que l'échange s'opère plus vite et en plus grande quantité, ainsi la plante poussera plus vite. »* Le rôle des gaz est maintenant évoqué et la prévision du résultat est correcte, mais sans que le sens de l'échange soit spécifié. C'est probablement, on va le voir, une réponse plus « récitée » qu'appropriée.

Écrit 3 : À la suite du débat en groupes, elle corrige de la façon suivante : *« Je pense qu'Audrey a raison. On doit avoir une valeur inférieure à 0,003 % parce que sinon, il y aurait trop de CO₂ et pas assez de O₂, et la plante s'asphyxierait comme l'être humain. »* Au cours de la discussion, les arguments d'Audrey ont réactivé un obstacle latent relatif au rôle respiratoire des gaz, l'analogie avec l'homme jouant comme argument supplémentaire. Juliette abandonne la réponse apprise et récupère sa propre pensée. Rassurons-nous, cette élève réussira très bien par la suite à intégrer le rôle du CO₂ dans la nutrition et la respiration de la tomate !

L'enseignante ne s'est pas immédiatement aperçue du revirement de Juliette... sinon elle aurait pu s'en trouver déstabilisée et tenter de réhabiliter, d'une façon ou d'une autre, la « trop » bonne réponse. La suite montrera ces trois élèves capables de dépasser leurs contradictions, de sorte que l'apparent recul conceptuel s'est révélé être une régression utile par rapport au travail de l'obstacle. L'expression de leur système de pensée personnel leur a offert la possibilité de le faire évoluer positivement. D'une façon générale, ces phénomènes qui surprennent les enseignants constituent un point



de cristallisation des tensions à l'œuvre dans la conduite d'une séquence : tension entre le modèle linéaire classique, qui espère une réussite linéaire et immédiate, et le modèle constructiviste qui prend en compte le travail des obstacles. La déception peut être d'autant plus vive que l'investissement en temps et en énergie pour mettre en place une séquence bien construite et obtenir un progrès intellectuel significatif a été important. Une meilleure interprétation des régressions observées permet de mieux évaluer en situation le déplacement des problèmes et les réorganisations en cours qu'ils indiquent, afin de chercher des réponses adaptées. Une certaine satisfaction peut résulter de la conscience qu'on affronte ainsi les élèves au travail de vrais obstacles, avec leur part normale de résistance, et que le travail entrepris est déterminant pour l'apprentissage.



EXEMPLES À LA LOUPE

L'examen des décryptages de dialogues de classe permet de mettre en évidence l'existence de plusieurs « discours » superposés obéissant chacun à une logique spécifique, mais pouvant se fondre en surface dans la continuité apparente des répliques dialoguées. Il est habituel que le maître, par la nature de ses interventions et remarques, voire par ses silences, donne à l'une de ces logiques un statut privilégié, lequel n'empêche pas les autres de se maintenir sur le mode mineur. Le repérage de tels entrecroisements discrets permet de prendre la mesure du caractère complexe de la communication scolaire. Les élèves mobilisent, parmi les modes de raisonnement et outils intellectuels dont ils disposent potentiellement, ceux qu'ils pensent le mieux adaptés à la situation présente, mêlant de façon complexe des connaissances antérieures, des compétences acquises et des représentations. Mais cette mobilisation ne s'effectue pas dans un vide social : ils s'efforcent simultanément de percevoir ce qu'attend le maître et d'y satisfaire.

Les productions orales, écrites ou graphiques des élèves résultent alors d'une interaction didactique complexe et subtile entre ces deux types de contraintes, tentant de se plier aux exigences du contexte créé par le maître, mais ne pouvant s'y essayer qu'avec les seuls outils intellectuels dont ils disposent, aussi insuffisants qu'ils soient. D'où ces raisonnements « parallèles » qui restent prudents, les élèves ressentant bien l'écart entre ce qu'ils peuvent émettre et ce qui est attendu d'eux. Raisonnements poursuivis cependant dans la mesure où ils correspondent à un vrai problème pour eux, qui cherchent à intégrer dans une explication cohérente des éléments qui leur paraissent contradictoires, ou tout au moins dissonants.



Les galles du chêne

Un premier exemple est fourni par cette séance d'une classe de CM2 où le maître se propose de faire étudier des galles de chêne et d'en dégager l'idée qu'un arbre est simultanément un être vivant et un milieu de vie pour d'autres êtres vivants. Les élèves travaillent par deux, chaque binôme disposant d'un rameau de chêne avec une galle, ainsi que de plusieurs galles d'âges différents.

- (1) M : *En allant chasser, hier, j'ai cueilli ces rameaux.*
- (2) E : *C'est du chêne.*
- (3) M : *Oui.*
- (4) E : *Et puis, y a les boules.*
- (5) E : *C'est le fruit du chêne.*
- (6) E : *Oui, oui.*
- (7) M : *Mais tout à l'heure, vous avez dit que le gland est le fruit du chêne... alors ?*
- (8) E : *Eh bé, le chêne, il a deux fruits.*
- (9) E : *Oui.*
(Air dubitatif du maître)
- (10) E : *Ou alors, ça vient avant le gland.*
- (11) E : *Non, plutôt après. Le gland, il donne la boule.*
- (12) E : *Il y a des pointes.*
- (13) E : *Il y a plusieurs trous.*
- (14) E : *Un trou.*
- (15) E : *On va l'ouvrir.*
- (16) E : *Il faut l'ouvrir.*
- (17) M : *Mais pourquoi il faut l'ouvrir ?*
(silence)
- (18) M : *Vous allez chercher quoi ?*
(silence)
- (19) M : *Voyons ! Vous avez dit que c'est un fruit. Pourquoi l'ouvrir ? Si c'est un fruit, qu'est-ce qu'on doit trouver à l'intérieur ?*
- (20) E : *Une graine !*
- (21) E : *Ça peut pas venir après le gland puisque le gland tombe sur le sol.*
- (22) E : *Ah oui.*
- (23) E : *Ça vient alors avant le gland.*
- (24) E : *Oui, mais le gland il est plus petit.*
- (25) E : *On va chercher la graine.*

Les élèves ouvrent les galles avec un canif. Certains découvrent tout de suite un asticot ou une « petite mouche » parce qu'ils ont coupé la loge nymphale. D'autres l'ont épargnée et identifient la galle à la graine. Après obser-