

CONTEXTE SOCIAL ET INTERACTIONNEL D'ACTIVITÉS EXPÉRIMENTALES À L'ÉCOLE PRIMAIRE

**Annick Weil-Barais
Naïma Bouda**

À partir de l'analyse de la transcription de deux leçons de sciences à l'école élémentaire sur la flottaison des corps, dans deux classes conduites par la même maîtresse expérimentée, les auteurs décrivent les contextes social et interactionnel susceptibles de rendre compte des activités d'apprentissage des démarches expérimentales chez les élèves. Trois niveaux d'analyse sont considérés, les épisodes, les séquences et les échanges; ils permettent de dégager les activités conduites, le type de questions abordées ainsi que la richesse et la complexité des échanges entre enfants et entre les enfants et la maîtresse. Les activités des enfants sont questionnées en regard des activités cognitives attendues dans le cadre de tâches du type « test d'hypothèse ».

le maître oriente
les activités
scientifiques

Les théories structurales du développement intellectuel (celles de Piaget notamment) ont conduit à considérer que les activités que les maîtres sont en mesure de faire conduire aux enfants sont déterminées par les compétences cognitives des enfants. C'est ainsi que les connaissances de ces capacités d'attention, de raisonnement, d'apprentissage etc. fournissent des indications sur les traitements cognitifs dont ils sont capables, constituant ainsi des références possibles quant aux types d'activité dans lesquelles il est possible de les engager à l'école. Concernant la démarche expérimentale et l'argumentation auxquelles nous nous sommes intéressées dans notre étude, de très nombreux travaux ont été réalisés à différents âges et nous informent sur ce que les enfants peuvent faire en ce domaine (cf. Inhelder & Piaget, 1955; Siegler & Liebert, 1975; Nunez-Fernandez, 1978; Cauzinille-Marmèche, Mathieu & Weil-Barais, 1983; Kühn, Amsel & O'Loughlin, 1988). Ces travaux sont essentiellement centrés sur l'enfant, confronté seul à des tâches, sous le regard « neutre » d'un observateur.

Or on sait maintenant que les activités des enfants, et par conséquent les compétences qu'ils développent, sont largement dépendantes des contextes sociaux dans lesquels ils sont insérés (cf. notamment les travaux de Montei & Huguet, 2002). Cela a jusqu'alors été essentiellement montré auprès de jeunes enfants, dans des contextes familiaux (étude des interactions mère/enfant), à propos notamment du développement du langage ou des activités de catégorisation (Bernicot, Marcos, Day & al., 1998).

Généralisant un tel point de vue au domaine de l'enseignement, un certain nombre de chercheurs s'appuyant à la fois sur une conception socio-cognitive du développement et sur la pragmatique considèrent que les intentions du maître, les orientations

cognitives qu'il donne aux activités, ainsi que ses conceptions personnelles concernant les connaissances enseignées, ont une incidence sur les apprentissages des élèves (Bontaz & Gilly, 1999; Franceschelli & Weil-Barais, 1999; Roux, 1999; Weil-Barais, 2004). Les arguments avancés s'appuient sur le fait que les interactions maître/élèves sont par nature dissymétriques. Le maître « détient » le savoir, c'est lui qui fixe, dirige et évalue les activités : dans les échanges, il est en position haute; les élèves sont assignés à devoir répondre aux demandes de l'adulte : ils sont en position basse. Le contexte interactionnel prédispose ainsi à ce qu'il y ait une forte subordination des activités des élèves aux demandes du maître.

Nous émettons ainsi l'hypothèse que les explications et les démarches scientifiques des enfants sont étroitement reliées aux attentes du maître qui les suscite. Ces attentes sont déterminées par les directives des programmes scolaires mais aussi par les conceptions que le maître a de l'explication scientifique et de la démarche expérimentale ainsi que de ses idées concernant les compétences cognitives des enfants. Tout cet ensemble détermine le contexte social dans lequel les activités des enfants se déroulent. C'est ce contexte social qui déterminerait le contexte interactionnel qui se construit au cours des leçons.

L'étude conduite (1) vise à spécifier les contextes social et interactionnel d'activités expérimentales conduites à l'école primaire et à déterminer comment ces différents contextes orientent les activités des élèves.

1. CONTEXTES SOCIAL ET INTERACTIONNEL LORS DES ACTIVITÉS EXPÉRIMENTALES

Relativement aux activités expérimentales qui nous intéressent ici, le contexte social est déterminé par différents aspects qui contribuent à ce que le maître privilégie des stratégies pédagogiques, des explications et des démarches. Outre le cadre institutionnel dans lequel se déroulent ces activités (les classes), ce sont les connaissances du maître concernant les directives officielles (2), ses connaissances sur les enfants,

-
- (1) Cette étude a été réalisée dans le cadre d'une convention de recherche entre l'INRP et l'université René Descartes – Paris 5. Nous remercions toutes les personnes (l'inspectrice, la directrice de l'école, la maîtresse, les écoliers, les parents) qui nous ont témoigné leur confiance, et sans lesquelles une telle étude n'est pas réalisable.
- (2) Le Preste, Plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école (BO N° 23 du 15 juin 2000), insiste sur la dimension expérimentale des activités devant être conduites en classe ainsi que sur le développement des capacités d'argumentation et de raisonnement des élèves, en même temps que sur l'appropriation progressive des concepts scientifiques. Il converge ainsi avec les conceptions développées dans le cadre de l'opération *La main à la pâte*. Les programmes de 2002 (BO hors série n° 1, 14 février 2002) vont dans le même sens.

notamment ses conceptions sur leurs intérêts, leurs aptitudes, les processus d'apprentissage, etc. ainsi que ses connaissances scientifiques qui jouent un rôle déterminant. Les interactions entre le maître et les élèves sont relatives aux objets et aux phénomènes introduits par le maître dans l'espace de la classe. Les échanges sont légitimés par la nécessité de répondre aux questions qu'ils posent (établir un fait, prouver, expliquer, etc.). Dans l'hypothèse d'une transmission sociale (Vygotski), c'est au cours des interactions entre le maître et les élèves que ces derniers accèdent à l'univers de connaissances qui sous-tend les interventions du maître. Les connaissances des élèves sont ainsi sous la dépendance des contextes sociaux dans lesquels se déroulent les interactions.

expliquer
un phénomène
physique

Si l'on retient un tel modèle, on comprendra l'intérêt de connaître les contextes sociaux qui déterminent le processus de construction des connaissances des élèves. Dans l'étude présentée ici, ces contextes sociaux sont inférés à partir d'une analyse d'échanges entre une maîtresse et des élèves, au cours de leçons dont l'enjeu est la recherche d'explication d'un phénomène physique.

la flottaison
des corps

L'étude a été réalisée dans deux classes : une classe de double niveau CE1/CE2 (3) (âge moyen : 8 ans) et une classe de CM2 (4) (âge moyen : 10 ans 6 mois), en milieu rural. Dans les deux classes, les leçons de sciences observées concernent la flottaison des corps. Les enfants sont répartis dans deux groupes de trois et de cinq dans la classe de CE1/CE2 et dans trois groupes de trois dans la classe de CM2. La maîtresse circule entre les groupes et intervient à certains moments. Deux observateurs extérieurs filment avec un caméscope et enregistrent avec un magnétophone. Pour des raisons techniques, un seul groupe d'enfants par classe a été enregistré, mais toutes les interventions de la maîtresse dirigées vers le collectif l'ont été. Le choix des groupes filmés s'est effectué au hasard. Dans la classe de CE1/CE2, il s'agit de trois garçons ; dans celle de CM2, le groupe est composé d'un garçon et de deux filles.

une maîtresse
expérimentée...

Bien entendu la maîtresse est volontaire. Le jour où les chercheurs (5) sont venus dans la classe a été choisi avec elle : nous lui avons spécifié préalablement que nous souhaitions observer des leçons représentatives de ce qu'elle fait habituellement dans le cadre des enseignements de sciences. Elle était également informée de ce que nous nous intéressions aux activités expérimentales. Nous avons été mis en contact

-
- (3) Certaines classes regroupent deux niveaux scolaires, ici les 2^e et 3^e années de l'école primaire, qui comprend cinq niveaux (CP, CE1, CE2, CM1 et CM2).
- (4) Cette classe correspond au 5^e et dernier niveau de l'école primaire.
- (5) Naïma Bouda, psychologue et Bernard Carbonneaux, chercheur en sciences de l'éducation.

...qui enseigne
les sciences...

avec elle (6) par l'inspecteur de la circonscription qui nous avait signalé l'école pour son dynamisme dans le domaine de l'éducation scientifique. Nous nous sommes engagées à respecter l'anonymat des personnes impliquées dans l'observation.

...à tous les niveaux
de l'école primaire

Dans la mesure où c'est la même maîtresse qui est intervenue dans les deux classes (dans l'école où nous avons travaillé, une seule maîtresse s'occupe des activités scientifiques, parce qu'elle manifeste un intérêt particulier pour ce type d'enseignement), nous sommes en mesure de cerner comment elle conçoit le développement des activités expérimentales à ces niveaux scolaires en comparant la manière dont elle aborde la flottaison des corps avec les enfants de CE1/CE2 (classe à double niveau) et les enfants de CM2.

En CE1/CE2, les enfants ont, au cours d'une précédente leçon, avancé l'hypothèse que les objets coulent parce qu'ils sont lourds. Le but fixé par la maîtresse est de conduire des expériences pour tester le bien-fondé de l'explication avancée par les élèves (apporter une preuve).

En CM2, les enfants ont été, au cours d'une précédente leçon, invités à se pencher sur une question : flottons-nous mieux dans l'eau salée que dans l'eau douce? Une fiche de travail guide l'activité des enfants dans la perspective de leur faire comparer le comportement de divers objets plongés dans l'eau douce et dans l'eau salée (une planche de bois, un bouchon, une bouteille, etc.).

2. ANALYSE DES INTERACTIONS AU COURS DES ACTIVITÉS EXPÉRIMENTALES

analyser
les interactions

L'analyse a été conduite à partir de la transcription des échanges enregistrés au magnétophone et au caméscope. Les conventions de transcription utilisées sont présentées en annexe 1. Plusieurs niveaux d'analyse ont été envisagés (épisodes, séquences, échanges), allant ainsi d'une approche globale qui nous renseigne sur le déroulement des séances, à des unités dialogales de plus en plus fines.

2.1. Épisodes

Un épisode est caractérisé par une suite d'échanges soutendus par un même but.

Le but premier est la spécification de l'activité à conduire pendant la leçon.

(6) Il s'agit d'une femme, expérimentée, qui s'intéresse particulièrement à l'enseignement scientifique.

En CE1/CE2, il s'agit de se mettre d'accord (7) sur « *ce qu'on veut rechercher ensemble* » (1). Quatre échanges sont nécessaires (en tout, dix tours de parole) pour que les enfants comprennent que l'objet de la recherche n'est pas un objet matériel (l'aquarium), mais un phénomène : « *ce qui coule et ce qui flotte* » (8).

épisode :
suite d'échanges
sous-tendus
par un même but

D'emblée, la maîtresse propose un sous-but à la tâche de mise à l'épreuve de la proposition formulée initialement par les élèves (*les objets coulent parce qu'ils sont lourds*). Il s'agit de parvenir à une classification des objets sur la base d'un critère phénoménologique : coule/ne coule pas. Dès cet objectif énoncé, le travail pratique commence dirigé par la maîtresse : d'abord remplissage d'un aquarium, puis immersion d'objets divers dans l'eau, sans plan préétabli. Les enfants notent sur un tableau qui leur a été fourni si l'objet coule ou flotte, en mettant une croix dans la case correspondante.

L'interaction se conclut par un épisode au cours duquel la maîtresse tente de resituer les activités par rapport aux intentions premières (« *vous aviez dit que vous vouliez savoir que ce qui coulait était plus lourd que ce qui est ... ne coulait pas, que ce qui flottait donc* » (1066)) – et par rapport à la démarche envisagée (« *on avait dit qu'on ferait quoi?* » (1066) « *qu'on les pèserait* » (1067)).

En CM2, le premier épisode est directement consacré à l'installation du matériel et notamment à la préparation de l'eau salée. Puis, les enfants plongent successivement des objets dans le récipient contenant l'eau du robinet puis dans celui contenant l'eau salée. Là aussi, les enfants remplissent un tableau présenté sur une fiche, mais cette fois, ils doivent rédiger leurs constats qui portent ici sur une comparaison.

les épisodes
rendent compte
des
activités conduites

Le dernier épisode est centré sur la conclusion à tirer des observations recueillies : « *on flotte mieux dans l'eau salée que dans l'eau douce* » (451).

Le tableau 1 récapitule les épisodes dans les deux classes ainsi que les tours de parole correspondants. On relèvera le nombre très important de manipulations chez les élèves les plus jeunes. Ceci tient au fait que les enfants utilisent à plusieurs reprises les mêmes objets : huit fois une boîte à fromage, quatre fois une petite voiture, quatre fois une boîte en fer, quatre fois une feuille de papier. Ils les introduisent dans l'eau de différentes manières et dans diverses positions, curieux de provoquer une modification du phénomène initial.

(7) Les nombres entre parenthèses réfèrent aux tours de parole.

Tableau 1. Nombre d'épisodes (entre parenthèses les tours de parole)

Type d'épisodes	CE1/CE2	CM2
Engagement	1 (1-10)	
Installation du matériel	1 (11-71)	2 (1 à 103)
Expériences	35 (72-1050)	9 (104-447)
Conclusion	1 (1051-1070)	1 (448-477)

• Épisodes centrés sur la réalisation des expériences

Ce sont les épisodes les plus nombreux. Le schéma général des activités est assez constant d'un épisode à l'autre.

la réalisation
d'expériences,
activité dominante

Dans le groupe de CE1/CE2, les enfants se saisissent d'un objet, le plongent dans l'eau, observent ce qui se passe et notent le résultat. Cette activité peut être interrompue par des problèmes externes à la tâche comme celui qui survient à la fin du 3^e épisode (94-99).

Extrait 1. 3^e épisode, CE1/CE2 (E désigne l'enseignante)

72.	E :	<i>Voilà, vous avez votre fiche avec la liste de c'que vous vouliez euh... Tester, voilà</i>
73.	MA :	[MI reprend la voiture dans le carton à objets] <i>On va tester par la voiture</i> [MA. veut prendre des mains de MI la voiture]
74.	MI :	<i>Non, non</i> [MI met la voiture dans l'aquarium]
75.	MO :	<i>Non, non il nous dit pas</i>
76.	E :	[E s'adresse à MI] <i>Attends, attends, on n'est pas prêt, on n'est pas prêt, on n'est pas prêt encore</i> [MI arrête toute action]
77.	MO :	[MO tente de récupérer la voiture dans le fond de l'aquarium] <i>Maintenant faut la rattraper</i>
78.	E :	[E avec son bras arrête MO dans son élan] <i>Attends attends, attends, attends attends...</i> [E distribue des crayons en papier] <i>On va peut-être les laisser hein, c'qui est au fond</i>
79.	MO :	<i>Eh! On l'a le crayon en papier</i>
80.	E :	<i>Chacun son crayon de papier pour noter. Qu'est-ce que vous avez mis?</i>
81.	MA :	<i>Une voiture</i>
82.	E :	<i>Bon, alors il faut le noter</i> [MO, MI et MA notent sur leur fiche d'expérience]
83.	MO :	<i>Une voiture</i>
84.	E :	<i>Voiture</i> [E se dirige vers l'autre groupe]
85.	MI :	<i>Faut mettre une croix</i> [MI fait référence à la fiche d'expérience où est figuré un tableau à plusieurs entrées]
86.	MA :	<i>Une voiture qui coule</i>
87.	MO :	<i>Euh! Mince</i>
88.	MI :	[MI regarde sur la fiche d'expérience de MA] <i>T'as oublié le point</i>
89.	MA :	<i>Si j'le mets, regarde, il est là</i>
90.	MO :	<i>Je me suis trompé... Coule</i> [MO écrit en parlant]
91.	MA :	[MA met sa main dans l'aquarium afin de récupérer la voiture] <i>Attends, il faut enlever la voiture</i>

- / ...
92. MO : *On, on, non, non, il faut pas!*
93. E : [E s'adresse à MA] *Laisse-la, laisse-la, ça fait rien, on verra après*
94. MO : *On peut enlever not', nos pulls?*
95. E : *On la laisse, on le récupéra après, voilà, allez*
96. MO : *On peut enlever nos pulls, maîtresse?*
97. E : *Tu as chaud?*
98. MO : *Euh... Oui*
99. E : *Tu as chaud, oui?... Eh! Ben, tu l'enlèves si t'as chaud hein? Alors ensuite [MO retire son pull] Allez vous continuez.*

Dans le groupe des CM2, le schéma des épisodes est très voisin de celui rencontré en CE1/CE2. Les enfants se saisissent d'un objet ou de deux objets similaires et les plongent dans le récipient contenant de l'eau douce et dans celui contenant de l'eau salée; ils observent et notent sur leur fiche le résultat de la comparaison.

des activités
très similaires
en CE1/CE2
et en CM2

On notera que lorsqu'ils prennent deux objets similaires, la comparaison se fait *de visu*, alors que lorsque c'est le même objet qui est plongé consécutivement dans les deux récipients, le premier terme de la comparaison est absent. Les enfants doivent alors s'appuyer sur la représentation qu'ils se sont faite du phénomène.

On trouvera ci-après le premier épisode expérimental qui suit immédiatement l'épisode d'installation du matériel. Les enfants ont utilisé deux planches similaires, ce qui permet une comparaison à vue.

Extrait 2. 2^e épisode, CM2 (premier épisode expérimental)

104. BI : [BA prend la fiche d'expérience et la lit suivi de BI] *Alors [B lit la fiche d'expérience] deux bouts de bois.*
105. BO : *Deux bouts de bois*
106. BI : [BI regarde sur la table] *Attends, ils sont là* [BI prend les deux petites planches de bois sur la table] ____ [BI donne une planche de bois à BA qui va la mettre dans le bac d'eau non salée. BI met l'autre dans le bac d'eau salée]
107. BO : *Je m'occupe de l'eau*
108. BA : ____
109. BO : *Eh! Les bouteilles!* [BO rassemble près de lui deux bouteilles d'eau]. *C'est où que ça flotte le mieux?* [BI, BA et BO observent les deux bacs]
110. BA : *Attends*
111. BO : *Moi j'le sais*
112. BA : [BA pointe du doigt le bac à eau salée] *Moi je dirais là*
113. BO : [BO s'adresse à BA] *Attends, regarde* [BO retourne les deux planches de bois dans l'eau. Ensuite BO positionne les deux planches à égale distance des parois du bac à eau]. *Là si* [BO pointe du doigt le bac à eau salée]. [BO s'adresse à BA] *Va chercher une planche, on va noter* [BA part et revient avec trois fiches d'expérience, collées sur un support en bois et trois crayons en papier]. [BO s'adresse de nouveau à BA] *Eh! Il en faut pas trop pour nous. hein*
- / ...

114. BA : *Non, on est trois*
115. BO : *Vous écrivez toutes les deux*
116. BI : *C'est un par groupe ?* [BI fait référence à la fiche d'expérience]
117. BO : *Non, trois, c'est deux par personne*
118. BA : [BA tend à BO sa fiche d'expérience à remplir] *Tiens, c'est la tienne*
119. E : *Alors, c'est salé ?*
120. BO : *Oui*
121. BI : *Oui*
122. BA : *Oui*
123. E : *Ça y est ? Vous avez bien, bien, bien, bien salé ? Vous avez goûté ? /*
124. BI : *Ah ! Oui !*
125. BO : *Oui*
126. E : *Elle est très, très salée ? /*
127. BI : *C'est pas bon !*
128. E : *C'est pas bon. Bon* [BO touche les planches de bois]... *Bon, alors maintenant votre observation ?*
129. BO : [BO regarde les deux bacs] *Là quand on regarde, déjà, euh, lui /*
130. E : [E s'adresse à BO] *Mais, il faut pas que tu y touches, faut que tu laisses faire, si tu y touches là, ça ne euh... Ca, ça fausse les choses si tu y touches, hein ? Donc il faut que tu, que tu observes là. Alors ?* [BO, BI et BA regardent les deux bacs à eau] ... *Qu'est-ce que vous voyez, vous vous êtes penchés, [E se penche et observe les deux bacs] vous avez vu une différence, vous avez... Fait quoi ?*
131. BO : *Oui, mais là quand on regarde Rien comme ça déjà* [BO se penche de nouveau et compare le contenu des deux bacs]
132. E : *Alors ?*
133. BA : *Attends* [BA s'adresse à BO et lui désigne de sa main la planche du bac à eau douce], *c'est qu'elle bouge encore celle là, elle bouge encore*
134. E : *Est-ce qu'il y a une différence ?*
135. BO : *Celle-là est plus à la surface*
136. E : *Laquelle est plus à la surface ?*
137. BO : [BO pointe du doigt la planche du bac à eau salée] *Celle-là... L'eau salée*
138. E : *Celle-là est plus à la surface ?*
139. BA : *Non, mais celle-là* [BA désigne la planche du bac à eau douce], *elle bouge encore*
140. E : *Eh ! Oui, c'est ça*
141. BA : *Enlève tes mains*
142. BO : *Oui, mais c'est le bac qui bouge*
143. BA : *Mais attends*
144. E : *Ah ! Faut peut-être attendre un petit peu, que tu ne touches pas la table... Pour attendre que ça s'immobilise, pour peut-être, pour bien observer, non ?* [E se dirige vers un autre groupe]
145. BI : *Celui-ci, il flotte mieux* [BI désigne le bac à eau salée] *quel /*
146. BO : *Donne-moi la fiche,* [BO s'adresse à BA] *donne-moi un crayon*
147. BI : [BI s'adresse à BO] *On va, on va pas tous écrire les mêmes choses sur un même papier, hein*

148. BA : *Mais si on peut!*
149. BI : *Ouais, mais ça sert à rien* [BI et BA regardent les bacs. BO se met près d'eux]
150. BO : *Alors là on s'allonge* [BO fait mine d'écrire sur sa fiche d'expérience en se penchant. Rires de BI, BA et BO]... *Il flotte mieux là* [BO désigne le bac à eau salée] ... *Déjà, quand on regarde là* [BO s'abaisse un peu plus et regarde sur un même plan horizontal, les deux bacs. BI et BA se penchent un peu plus et regardent], *on voit mieux...* *Regarde là* [BO pointe le bac à eau douce] *et regarde là* [BO pointe le bac à eau salée], *ça flotte là* [BO désigne le bac à eau salée]... [BO lit les indications fournies par la fiche d'expérience] *Ce que nous faisons* [BI, BA et BO se regardent avec leur fiche d'expérience]
151. BI : *Ce que nous faisons*
152. BO : *Ce que nous faisons... Qu'est-ce qu'on fait BA?*
153. BA : *Ben, on écrit* [Rires de BA]
154. BO : *Ce que nous faisons... Attends, j'demande* [BO se lève et se dirige vers E], *deux secondes.* [BO s'adresse à E] *Est-ce que nous faisons, une planche, une planche dans l'eau ou une planche qui coule ou qui flotte?*
155. E : *Ben, vous mettez planche, hein, simplement planche, planche, hein et puis vous observez, marquez ce que vous observez* [BO de retour, s'accroupit autour de la table d'expérience et note sur sa fiche d'expérience]
156. BI : *Alors, c'est planche?*
157. BO : *Planche, planche* [BI note sur sa fiche d'expérience]
158. BA : *C'est pareil?*
159. B. : _____ [BA note sur sa fiche d'expérience]
160. BO : [BO s'adresse à BA] *Planche flotte mieux dans l'eau salée que dans l'eau douce, hein? Oh!*
161. BI : *Oui*
162. BA : *On écrit j'ai ou on?*
163. BO : *La planche flotte mieux dans l'eau salée que dans l'eau douce* [BO, BI et BA notent sur leur fiche d'expérience]

Au fur et à mesure que les épisodes avancent, les enfants intègrent les consignes données par la maîtresse : ne pas toucher les objets dès qu'ils ont été mis dans l'eau, attendre que l'objet soit immobilisé, noter le résultat dans le tableau en faisant une croix en CE1/CE2, écrire une conclusion en CM2.

les enfants
intègrent
les consignes
de la maîtresse

On relève que dans la plupart des épisodes, les enfants sont intrigués par le comportement des objets dans l'eau qui peut varier d'une manipulation à l'autre (8). Les élèves de CE1/CE2 notent des phénomènes « parasites » : « *ça fait des bulles quand ça sort* » (187), « *ça monte vite* » (200), « *il a coulé vite* » (420), « *ça [l'étiquette sur la boîte à camembert] se décolle* » (222), « *elle flotte mais elle commence à se détruire* » (316), « *Maîtresse, à chaque fois qu'on met quelque chose dans l'eau, l'eau elle monte un tout petit peu* » (445); « *elle [une boîte] se*

(8) On trouvera les transcriptions des épisodes sur le site <http://www.inrp.fr/publications/aster>

les élèves
de CE1/CE2
sont attentifs
à de nombreux
phénomènes

met de travers » (571); « *ça commence à tourner* » [une feuille de papier] (677), « *elle est en train de se déchirer* » (721), « *elle se met à l'envers* » (881), « *ça commence à se retourner* » [un ballon] (925), « *ça* [une barre de plastique] *a resté debout un petit peu, puis ça s'est remis* » (952).

Dans certains cas, les phénomènes les étonnent. Par exemple, dans l'épisode 5 (CE1/CE2), les enfants mettent des cailloux de différentes tailles dans l'eau. À un moment, ils prennent un petit caillou; assez rapidement, ils constatent que « *ça fait des bulles* » (189), « *quand il y a des trous, ça fait sortir des petites bulles* » (196), ce qui se traduit par une remontée du caillou vers la surface. Il s'ensuit un désaccord sur la conclusion à formuler (206 à 219).

Extrait 3. 5^e épisode, CE1/CE2

187. MI : *Ça fait des bulles quand ça sort* [MO met deux petits cailloux dans l'aquarium]
188. MA : *Ah!* [MA met un autre petit caillou] *celui-là aussi*
189. E : *Ah! Ça fait des bulles quand ça... Ah! Ouais*
190. MI : *C'est les trous!*
191. E : *Ya des trous?*
192. MO : *Ouais* [MO rajoute deux petits cailloux, suivi de MA]
193. MI : *Ouais, c'est quand ____/*
194. E : *Regarde celles-ci,* [E montre des petites bulles d'air qui montent à la surface] *regarde celles-ci, regarde celles-ci* [M, MA et MI regardent]
195. MA : *Ah! Oui,* [MA pointe du doigt] *y a un trou*
196. MI : *Ouais, quand y a des trous, ça fait sortir des petites bulles!*
197. E : *Ça fait sortir des petites bulles quand il y a des trous!!*
198. MO : *Ouais, c'est normal, y a de l'air dedans*
199. E : [E pointe du doigt] *Regarde, regarde, regarde, regarde, qu'est-ce qui se passe?* [M, MA et MI regardent l'aquarium]
200. MI : *Ça monte vite* [E se dirige vers l'autre groupe]
201. MA : *Ah! Là aussi,* [MA pointe du doigt la grosse pierre] *elle est, elle est pleine de bulles, la grosse*
202. MO : *Ouais...* [MO note sur sa fiche d'expérience] *Cailloux flottent*
203. MA : *Pousse-toi M,* [MA regarde la caméra] *eh! MO Pousse-toi, il est en train de filmer*
204. MO : *Attends, moi j'écris, moi!*
205. MA : [MA pointe du doigt le fond de l'aquarium] *T'as vu ça!*
206. MO : *Écrivez!* [MO, MA et MI notent sur leur fiche d'expérience]... [MO lit à voix haute ce qu'il écrit] *Un caillou flotte*
207. MA : *Non, un caillou coule, hein!* [MA rit]
208. MO : *Ah! Oui* [MO rit]
209. MA : *Un caillou flotte!*
210. MI : *Des cailloux flottent là dedans,* [MI pointe avec son crayon les cailloux dans l'aquarium] *plus des cailloux flottent!*
- .../...

- .../...
211. MA : *Plus... Des cailloux plus ou moins gros*
212. MI : *Ouais*
213. E : *Tous les cailloux flottent alors?*
214. MI : *Ouais*
215. E : *D'accord, les gros, les petits, tous, tous ils flottent?*
216. MO : *Des cailloux flottent*
217. E : *D'accord*
218. MI : *Oh! Ça se voit, ça se voit que ça se... heu!*
219. MO : *Coulent, euh coulent pas flottent!*

flotter et couler :
comment définir
ces termes ?

Confrontés aux comportements des objets, les enfants en viennent à se demander ce que signifient les termes « couler » et « flotter » : « *la boîte à fromage, maîtresse, la boîte à fromage, il y a la moitié à la surface et la moitié qui coule* » (359). Bien que le tableau remis aux enfants ne comporte que deux colonnes « coule »/« flotte », suggérant une dichotomie du phénomène, un enfant en vient à en proposer une caractérisation plus subtile : « *y en a un qui coule un tout petit peu* » [un morceau de carton] (878).

en CM2,
des difficultés...

Le véritable problème cognitif que rencontrent les élèves de CM2 concerne la mise en relation des différentes comparaisons effectuées. En effet, dans certains cas l'objet se comporte différemment dans l'eau douce et dans l'eau salée, dans d'autres cas le phénomène est identique. Comment répondre alors à la question générale posée : « *où flotte-t-on le mieux?* » L'épisode suivant illustre bien les difficultés que rencontrent les élèves, lesquelles ne sont jamais prises en compte par la maîtresse. Celui-ci contourne toujours ces difficultés cognitives par des demandes d'observation et de notation, comme si le problème était d'ordre perceptif (cf. 274).

Extrait 4. 4^e épisode, CM2

199. BI : [BI retire des bacs, les bouteilles d'eau] *Les petits bonhommes?*
200. BA : *Ouais* [BA ayant terminé de noter, se rapproche des bacs]
201. BI : *Pour l'instant c'est ce qu'on pourrait faire* [BI met une figurine dans chaque bac. BI et BA les observent]
202. BA : *Ouais*
203. BI : *Ça bouge* [BI et BA parlent à voix basse]
204. BA : *Attends, faut attendre que ça arrête de bouger*
205. BI : *C'est en train de bouger* [rires de BA et de BI. BA et BI s'accroupissent pour mieux observer]... *ça bouge*
206. BA : [BA pointe du doigt au-dessus du bac à eau salée] _____ [BA change de place et observe de très près le bac à eau douce]
- .../...

- .../...
207. BI : *Ça bouge encore* [BI désigne la figurine du bac à eau salée].....[BI et BA observent toujours en se déplaçant de tous les côtés] _____ *celui-là et celui-là* _____
208. BA : *Ouais*
209. BI : _____ [BI et BA observent toujours et ont l'air d'attendre BO]
210. BA : *Attends, [BA prend la figurine du bac à eau douce, la touche et la remet dans le bac] je le mets ici*
211. BI : *On va attendre un petit peu* [BA et BI observent]
212. BA : _____
213. BI : *Faut pas le laisser ici* [BI prend la figurine du bac à eau salée et la met dans le même sens que celle du bac à eau douce]
214. BA : *Ouais, tu le mets dans le même sens* [BA et BI observent]
215. BI : *Regarde celui-là* [BI tout en chuchotant montre le bac à eau salée]
216. BA : _____ [BA et BI chuchotent]
217. BI : *C'est celui-là qui flotte plus* [BI pointe la figurine du bac à eau salée]
218. BA : _____
219. BI : _____ [BO revient avec deux petits bocaux en verre à moitié remplis d'eau]
220. BA : [BA s'adresse à BO en lui désignant le bac à eau salée] *Tu vas essayer ce truc après*
221. BO : *Hein?*
222. BA : _____ [BO prend les deux figurines et les change de position]
223. BO : *Je regarde au niveau des pieds* [BO se penche et observe attentivement]
224. BA : *C'est pas pareil* [BA désigne à BO la figurine du bac à eau salée]
225. BO : [BO touche la figurine] *Non, c'est pareil* [BO observe accroupi]
226. BI : *Mais, attends, attends, tu verras*
227. BA : *Non... Ça bouge encore*
228. BI : *Tout à l'heure ça...* [BO et BA regardent un autre groupe. Sur ce, BI regarde aussi] *Bon, allez*
229. BO : [BO, BA et BI tournent autour des bacs en observant] *On va regarder en dessous* [BO désigne le bac à eau douce] *et là aussi* [BO désigne le bac à eau salée]
230. BI : *On va mettre où alors?*
231. BO : *A priori, ça flotte partout, hein*
232. BI : *Comment on va faire, alors?*
233. BA : *On va noter?* [BA prend sa fiche d'expérience]
234. BO : *Hein?*
235. BA : *On va noter*
236. BO : *Oh!*
237. BI : _____ [BI prend aussi sa fiche d'expérience BO reste près des bacs et les observe toujours]
238. BA : _____
239. BO : [BO se dirige vers E] *Eh! Madame E?*
240. E : *Ouais*
241. BO : *Eh! Madame là on a un problème parce qu'ils flottent aussi bien dans l'un que dans l'autre*
242. E : *Ils flottent aussi bien dans l'un que dans l'autre*
- .../...

- .../...
243. BO : *Les petits bonhommes*
244. E : *Les petits bonhommes!* [E et BO se rapprochent des deux bacs et les observent]
245. BO : [BO compare de plus près les deux figurines] *Ah! Quoi que, tout à l'heure ils flottaient* [BO se penche encore plus au-dessus des bacs] *Ah! Non*
246. E : *Ah! Non?*
247. BO : *Non*
248. E : *Ah! Alors observez bien au bout d'un moment, hein... Regardez bien*
249. BO : *Ah! Si* [BI et BA se rapprochent et observent les deux figurines]
250. E : *Hein?*
251. BO : *Regardez là* [BO désigne le bac à eau douce]
252. E : *Oui?*
253. BO : *C'est pareil que là* [BO désigne le bac à eau salée]
254. E : [E se rapproche des bacs et regarde] *C'est pareil?...Alors comment vous expliquez?*
255. BI : *Ils flottent aussi bien dans l'eau salée et dans l'eau douce*
256. E : *Oui et pour les autres c'était comme ça aussi? Pour les autres objets aussi*
257. BA : *Non*
258. BI : *Non*
259. BO : *Non, ça flottait mieux dans l'eau*
260. E : *Est-ce qu'il y avait une différence avec les autres objets, entre ceux-là* [E désigne les figurines] *et les autres?*
261. BO : *Ben, ceux-là, déjà les planches et les bouteilles ça flottait mieux dans l'eau douce que dans l'eau salée... Euh dans l'eau salée que dans l'eau douce*
262. BI : *Dans l'eau salée que dans l'eau douce*
263. BA : *Dans l'eau salée*
264. E : *Oui et pourquoi alors ici* [E désigne les deux bacs] *on ne voit pas la différence?*
265. BI : *Parce que c'est léger*
266. E : *Parce que c'est?*
267. BI : *Des objets légers*
268. E : *Ah! Parce que c'est des objets légers donc on ne voit pas bien la différence? C'est ça? Oui?*
269. BI : *Parce que les bouteilles sont lourdes et la planche est plus légère*
270. E : *Oui*
271. BO : *Et là c'est du plastique, ça flotte aussi bien dans l'une que dans l'autre*
272. E : *Ah! Bon, donc là, là on ne voit pas de différence?*
273. BA : *Non*
274. E : *Ben, vous notez ce que vous voyez, donc vous ne voyez pas de différence. Donc vous le notez, ça, ça aussi c'est une observation, hein* [BO, BI et BA écrivent sur leur fiche d'expérience. E se dirige vers l'un des autres groupes]
275. BA : [BA se rapproche de BI et regarde sur sa fiche. BA s'adresse à BI] _____ *Nous avons euh observé, nous euh?*
276. BI : *J'sais pas*

...pour comparer
des situations

Bien que les élèves finissent par conclure que les objets flottent mieux dans l'eau salée que dans l'eau douce, aucun critère explicite n'est énoncé pour l'affirmer. Tout se passe parfois comme si les élèves faisaient des expériences pour confirmer ce qu'ils savent déjà, comme en témoigne l'échange suivant qui intervient au cours du premier épisode d'expérience (2^e épisode, CM2, reproduit plus haut).

109. BO : *Eh! Les bouteilles!* [BO rassemble près de lui deux bouteilles d'eau]. *C'est où que ça flotte le mieux?* [BI, BA et BO observent les deux bacs]
110. BA : *Attends*
111. BO : *Moi j'le sais*

« Faites
ce que je dis »

Dans l'ensemble, les interventions de la maîtresse concernent surtout les conditions de recueil des données et la notation des résultats. L'expérience est faite pour recueillir une observation dans les termes spécifiés préalablement (*flotte* ou *flotte pas*, *flotte mieux*), sans que la question de l'opérationnalisation du recueil des données soit envisagée. Or, comme on l'a vu, à travers les préoccupations exprimées par les élèves, ceux-ci sont à la recherche de critères qui leur permettraient de procéder à une catégorisation certaine du phénomène. Par ailleurs, dans aucun des épisodes expérimentaux les élèves ne sont incités à faire des prédictions, en regard d'hypothèses préalables.

« Regardez bien »

« Notez les
observations »

Partant de questions d'ordre empirique soulevées par les élèves, la maîtresse les entraîne parfois dans la recherche d'explication en termes de mécanismes : *pourquoi l'objet coule ou flotte?* Là encore, la maîtresse incite à regarder (des bulles en dessous d'une feuille de papier, par exemple) ou à faire des expériences (percer un morceau de carton, pour voir ce qui se passe lorsqu'il y a des trous). C'est au moment de la recherche d'explication que s'instaurent de véritables échanges où peuvent se manifester des désaccords, comme on le voit dans l'extrait suivant.

Extrait 5. 4^e épisode, CE1/CE2 boîte à fromage

132. MI : *Ça va couler bientôt!*[MI pointe avec son crayon de papier la boîte à fromage]
133. E : [E et MI continuent d'observer] *Ah! Ça va couler bientôt, tu crois?*
134. MI : *Ouais*
135. E : *Ouais*
136. MI : *Hum... Parce qu'il y a des trous!*
137. E : *Parce qu'il y a des trous, ah! Bon?*
138. MO : *Parce que autrement, ça flotterait*
139. E : *Ah! Ouais... Et pour le moment, elle coule ou elle flotte?*
140. MO : *Elle flotte*
141. MI : *Elle flotte*

.../...

- .../...
142. E : *Regardez ce qui se passe?...Regardez bien ce qui se passe en ce moment* [MI, MO et MI observent]
143. MA : *Elle se remplit d'eau* [E est interpellée par l'autre groupe. Sur ce, MI et MA le regardent. MO note sur sa fiche d'expérience]
144. MO : *Bon, maintenant on en met une autre... On essaye une*[MO cherche un objet dans le carton à objets]
145. MA : *Attends, on va voir si elle coule,* [MA désigne le couvercle de la boîte à fromage] *on la laisse pour l'instant,* [MA retire le fond de la boîte à fromage] *on enlève ça*
146. MO : *Non, non, on laisse ça* [MO désigne de la boîte en plastique]
147. MA : *Non, mais ça on peut l'enlever en fait/*
148. MO : [MO s'adresse à E] *On laisse ou on l'enlève?*
149. E : *Ben, vous regardez ce qui se passe*
150. MA : *On laisse ça* [MA désigne le couvercle à fromage] *et ça on peut l'enlever* [MA désigne la boîte en plastique]
151. E : *Ah! Oui*
152. MO : *Et ça aussi?* [MO désigne le fond de la boîte à fromage]
153. E : *Ben, oui* [E se dirige vers l'autre groupe]
154. MI : [MI désigne du doigt la table qui supporte l'aquarium] *Ça tu le mets là*
155. MO : *Viens, on le met là* [MO et MA posent les boîtes sur la table]...[MO désigne le couvercle de la boîte à fromage] *Ça on le laisse... Ça se remplit d'eau. On met, on met d'autres choses hein/*

On relèvera que dans la plupart des cas, la maîtresse ne prend pas position; elle laisse les élèves procéder aux constats et conclure. Elle répète parfois ce que dit l'élève, sans porter de jugement de valeur, que la réponse soit juste ou fautive. Pour elle, il semble clair que c'est l'expérience qui doit trancher et c'est, semble-t-il, ce qu'elle a l'intention de transmettre aux élèves.

• **Épisode de conclusion**

pas le temps de conclure

Il est unique dans les deux classes et relativement court comparé aux autres épisodes.

En CE1/CE2, c'est l'occasion pour la maîtresse de rappeler à l'ensemble de la classe les objectifs initiaux : « *Vous aviez dit que vous, vous vouliez savoir que ce qui coulait était plus lourd que ce qui est... ne coulait pas, que ce qui flottait donc* » (1066).

Extrait 6. Épisode de conclusion CE1/CE2

1051. MA : [MA se relève, il a terminé de noter] *On a tout marqué maintenant*
1052. MO : *Maitresse? Il nous reste une ligne, nous* [E vient vers MO et MI]
1053. E : *C'est pas grave, s'il reste une ligne. C'était pas obligé que tout soit plein/*
1054. MO : *MI il en a loupé, MI, il en a loupé deux*
1055. E : *C'est pas grave, vous ferez le point ensemble après...* [E s'adresse aux deux groupes] *Alors maintenant, si on fait le point sur ce qu'on a vu, qu'est-ce qu'on peut dire des objets?* [les enfants se réunissent autour de E]
- .../...

- .../...
1056. X : *Y a plus de choses qui flottent qui coulent*
1057. E : *De choses qui coulent, dans les objets qu'on avait/*
1058. X : *Oui*
1059. E : *Qu'on avait observés, bien/*
1060. MO : *Nous, nous on a [MO compte sur sa fiche d'expérience] un, deux, trois, quatre, cinq, six qui coulent/*
1061. E : *Bien, donc y aurait des choses à écrire sur ce que vous avez observé... Bien, alors là maintenant/[MO compare sa fiche d'expérience avec celle d'un élève de l'autre groupe]*
1062. X : *[X s'adresse à MO] Vous en avez combien vous?*
1063. MO : *Six et vous*
1064. X : *[X compte sur sa fiche d'expérience] Un, deux, trois, quatre, cinq, six, sept, huit, neuf, dix, dix*
1065. MO : *Ah!*
1066. E : *Vous aviez dit que vous, vous vouliez savoir que ce qui coulait était plus lourd que ce qui est... ne coulait pas, que ce qui flottait donc. On avait dit qu'on ferait quoi?*
1067. X : *Qu'on les pèserait*
1068. E : *Qu'on les pèserait Bon on va pas le faire maintenant parce que déjà on a fait une longue séance, donc on fera une autre On va garder tous nos objets et ensuite, on les, on les pèsera pour voir, mais à une autre séance, hein? Pour voir si c'est bien vrai, ce que vous avez pensé Si vos hypothèses sont bonnes, d'accord? Bien, ben, vous avez bien travaillé, vous allez à la récréé, allez Vous me les donnez voilà/*
1069. MO : *On les emmènera à la maison, ces fiches là?*
1070. E : *Après, on va voir ce qu'on a fait après, hein, voilà, allez vous vous couvrez pour aller dehors*

En CM2, la démarche est similaire, sauf que la maîtresse n'annonce pas de suite. Les enfants répondent à la question de la maîtresse, sans référence explicite aux expériences réalisées.

Extrait 7. Épisode de conclusion CM2

448. E : *Ça y est, c'est terminé?*
449. BO : *Oui*
450. E : *Alors, la conclusion?*
451. BO : *On flotte mieux dans l'eau salée que dans l'eau douce*
452. E : *On flotte mieux dans l'eau salée que dans l'eau douce... Alors soit/*
453. BO : *Y a deux choses qu'on a pas pu voir*
454. E : *Oui?*
455. BO : *Parce qu'elles étaient, parce que _____*
456. E : *Oui*
457. BI : *Et les petits bonhommes*
458. E : *Parce que se sont des objets qui sont comment?*
459. BI : *Légers*
460. E : *Trop légers*
- .../...

461. BO : *Trop légers*
462. E : *Donc, on arrive pas à voir de différence, c'est ça, hein? [BO fait oui de la tête] Mais donc, pour les objets plus lourds, on voit une nette différence?*
463. BO : *Ouais*
464. E : *Et donc pour tous les objets, on flotte mieux dans l'eau salée que dans l'eau douce?*
465. BI : *Oui*
466. E : *Oui... Alors donc, votre problème, le premier problème posé c'était : nous est-ce que nous flottons mieux dans l'eau salée que dans l'eau douce*
467. BO : *Oui*
468. BI : *Oui*
469. E : *Alors, est-ce qu'on peut conclure quelque chose à partir des observations qu'on a faites/*
470. BO : *Ben, ben, euh à mon avis, oui parce que si les objets flottent, nous aussi*
471. E : *Oui, donc et nous si on était, si on allait dans l'eau douce et l'eau salée, où flotterait-on le mieux?*
472. BO : *Ben, dans l'eau salée*
473. BI : *Dans l'eau salée*
474. E : *Dans l'eau salée, vous pensez que c'est comme ça?*
475. BO : *Oui*
476. BI : *Oui*
477. E : *Oui, d'accord, bien. Donc, ça y est, vous avez fini votre euh, votre expérience donc, vous avez fait vos conclusions. Bien, vous mettez votre nom, hein*

2.2. Séquences

Chaque épisode est constitué de plusieurs séquences correspondant à une succession d'enjeux. Le relevé de ces enjeux donne une idée de ce qui s'échange au cours des séances. Une grille d'analyse a été constituée qui distingue cinq types d'enjeux :

1. enjeux psycho-sociaux (le partage des tâches, la régulation des échanges, etc.) – (catégorie 1)
2. enjeux d'observation (choisir l'objet, le manipuler, décrire le phénomène, etc.) – catégories (catégories 2.1 à 2.14)
3. cause du phénomène physique (catégorie 3)
4. synthèse de l'observation (catégorie 4)
5. notation sur la fiche (catégorie 5).

des séquences
aux enjeux limités

Le tableau 2 récapitule les enjeux des séquences d'après cette catégorisation.

On relèvera qu'à durée de séance égale, les séquences sont beaucoup plus nombreuses en CE1/CE2 qu'en CM2. Cela tient au fait que les élèves de CE1/CE2 ont réalisé davantage de manipulations. Toutefois les objets en transaction sont très similaires. Dans les deux groupes la description du phénomène physique occupe un tiers des séquences. En CE1/CE2, les élèves se préoccupent davantage du choix des objets, parce qu'ils ne disposent pas d'une liste d'objets

préétablie, ce qui est le cas des élèves les plus âgés. La notation des résultats de l'observation occupe un quart des séquences en CM2, soit davantage qu'en CE1/CE2 où la maîtresse avait indiqué, par le biais de la fiche, le mode de notation (mettre une croix). Les propriétés des objets occupent également les deux groupes : il s'agit le plus souvent d'une interrogation sur la matière qui constitue l'objet (bois, plastique...).

Globalement, il n'y a pas de différences très importantes entre les classes, la majorité des séquences étant centrée sur les observations à réaliser.

Tableau 2. Enjeux des séquences : pourcentages (effectifs entre parenthèses)

Enjeux des séquences	CE1/CE2	CM2
1. Enjeux psycho-sociaux	3,2 (3)	3 (1)
2. 2.1 Choix de l'objet à observer	8,7 (8)	3 (1)
2.2. Liste des objets à observer	0	3 (1)
2.3 Action sur l'objet	2,2 (2)	0
2.4 Moment convenable de l'action	3,2 (3)	0
2.5 Position de l'objet	1 (1)	0
2.6 Équilibre de l'objet	0	6 (2)
2.7 Maintien de l'objet en observation	1 (1)	0
2.8 Transformation de l'objet	7,6 (7)	0
2.9 Propriété de l'objet	6,5 (6)	6 (2)
2.10 Observation simultanée de deux objets	1 (1)	0
2.11 Description du phénomène physique	39,1 (36)	36,4 (12)
2.12 Salinisation de l'eau	0	3 (1)
2.13 Mesure du phénomène physique	0	6 (2)
2.14 Rappel du phénomène attendu	1 (1)	0
2.15 Fin de l'observation	5,4 (5)	0
3. Cause du phénomène physique	5,4 (5)	6 (2)
4. Synthèse de l'observation	0	3 (1)
5. Notation	13 (14,1)	24,2 (8)
Total séquences	100 (92)	100 (33)

2.3. Échanges

Les échanges constituent la plus petite unité dialogale. Nous avons utilisé la typologie proposée par Kerbrat-Orecchioni (1990) – cf. annexe 2 – dans la mesure où elle peut être la base de calcul d'indices de qualité des échanges (François & Weil-Barais, 2003).

On considère qu'une bonne qualité des échanges est liée au partage d'intérêts communs et donc à la capacité de l'adulte à s'ajuster à l'enfant. Deux types d'indices ont été considérés.

Le premier indice est un indice de complexité des échanges. C'est le rapport entre le nombre d'échanges complexes (lorsqu'une intervention initiative engendre plus de trois interventions) et le nombre total d'échanges caractérisant un épisode.

indices de qualité
des échanges

Le second indice est un indice de co-référence. Il est déterminé par le rapport entre le nombre d'échanges où il y a co-référence complète et le nombre d'échanges caractérisant l'épisode. La séquence caractérisée par une suite d'unités de dialogue peut être composée d'une succession d'échanges tronqués; dans ce cas on considère qu'il y a *co-référence manquée* de la part des interlocuteurs. En revanche, une séquence composée essentiellement d'échanges avec acte subordonné et/ou d'échanges binaires/ternaires et/ou d'échanges complexes, est déterminée par une *co-référence complète*. Enfin, une séquence entremêlant les échanges tronqués avec les autres échanges, définit une *co-référence incomplète*.

Ces catégories nous informent sur la capacité des personnes à se mettre d'accord sur ce qu'elles font ensemble, à l'échelle de la séquence d'une part, et à l'échelle de l'unité de dialogue d'autre part. Nous avons distingué les échanges impliquant uniquement des élèves et ceux impliquant la maîtresse et des élèves. Les résultats des analyses sont récapitulés dans le tableau 3.

Tableau 3. Caractérisation des échanges (pourcentages entre parenthèses)

		Nombre d'échanges	Indice de complexité	Indice de co-référence
CE1/CE2	Maîtresse-élèves	169 (54 %)	0,35	0,63
	entre élèves	145 (46 %)	0,19	0,52
	Ensemble	314 (100 %)		
CM2	Maîtresse-élèves	22 (28 %)	0,59	0,68
	entre élèves	56 (72 %)	0,39	0,80
	Ensemble	78 (100 %)		

en CE1/CE2
des échanges
peu complexes

On constate en CE1/CE2 que les échanges impliquant la maîtresse sont plus nombreux que ceux n'impliquant que les élèves. C'est l'inverse en CM2. Ceci peut être considéré comme un indicateur du développement de l'autonomie des élèves. Par ailleurs, la complexité des échanges est supérieure en CM2, d'autant plus que les échanges impliquent la maîtresse. L'indice de co-référence est plus élevé en CE1/CE2 dans les échanges avec la maîtresse que dans les échanges entre élèves. C'est l'inverse en CM2, mais, dans ce cas, un indice de co-référence élevé (0,80) est associé à un indice de complexité faible (0,39). Autrement dit, quand les échanges sont peu complexes, les interlocuteurs s'accordent sans problème. La faible complexité des échanges peut également être un indice d'un accord entre les interlocuteurs. Ce

type de fonctionnement n'est pas nécessairement bénéfique, car l'apprentissage nécessite pour l'élève des changements qui impliquent des échanges complexes, des désaccords, des malentendus, etc.

2.4. Synthèse des analyses

quand les échanges
sont peu complexes...

Bien que les questions initiales posées par la maîtresse dans les deux classes observées (CE1/CE2 et CM2) soient différentes (demande de test d'hypothèse dans le premier cas, établissement d'un fait dans le second cas), les séquences de classe observées présentent de grandes similitudes. L'épisode d'engagement dans l'activité est très court en CE1/CE2 et quasi inexistant en CM2, la fiche où figurent les consignes tenant lieu d'engagement en CM2. Un seul épisode est consacré à l'exploitation des résultats dans les deux classes. Et là encore ces épisodes sont très courts.

...les interlocuteurs
s'accordent
sans problème

L'essentiel de l'activité réside dans la manipulation et l'observation. La démarche induite par la maîtresse est assez constante : action, constat, notation des résultats. Les enjeux des séquences ne varient guère d'une manipulation à l'autre et d'une classe à l'autre. Il s'agit avant tout d'agir, de décrire et de noter le résultat, selon un format convenu. Incités à regarder et à observer ce qui se passe, les élèves font assez spontanément des relations entre propriétés (« ça flotte parce que c'est lourd », « ça coule parce qu'il y a des trous autour »). Ils peuvent aussi se contenter d'associer des observations (« t'as vu le gros caillou, il a des bulles / des cailloux flottent »). Les interlocuteurs se mettent assez facilement d'accord sur ce qu'il y a à faire, à voir et à noter, ce qui se traduit par des échanges restreints (indice de complexité peu élevé).

manipulation
observation
autonomie
sont privilégiées

Les différences observées entre les deux classes portent moins sur les contenus d'enseignement aux plans conceptuel et méthodologique que sur la façon dont la maîtresse gère les activités des élèves. En effet, la différence essentielle entre les deux classes a trait aux échanges. En CM2, la maîtresse intervient moins fréquemment qu'en CE1/CE2 et les échanges sont plus complexes, qu'il s'agisse de ceux où elle intervient ou de ceux entre élèves. Chez ces derniers, on observe d'ailleurs moins de manipulation que chez les élèves plus jeunes. Les activités étant de même nature, on peut se demander si cela ne traduit pas tout simplement une baisse d'intérêt pour des activités devenues familières, d'autant plus que la phénoménologie dont il est question est connue des enfants. Les activités expérimentales pratiquées par les enfants sont très similaires : une grande place accordée aux manipulations et à la notation des résultats et peu de place accordée au raisonnement et à l'argumentation. C'est ainsi aux activités pratiques que la maîtresse accorde la plus grande importance. Cela rejoint les analyses faites par Bernard Carbonneaux (2000) à propos des conceptions

qu'ont les maîtres de l'activité scientifique. En contexte d'entretiens individuels, ceux-ci privilégient la manipulation, l'observation et l'autonomie.

De manière générale, il apparaît que ce que font les enfants est directement sous le contrôle de l'organisation des activités par la maîtresse. L'activité expérimentale qu'ils déploient est étroitement dépendante de ses demandes, des consignes qu'elle donne, de l'importance qu'elle accorde à tel ou tel aspect de l'activité. Même si à certains moments, les enfants manifestent des intérêts particuliers, ils sont vite abandonnés, dès lors que la maîtresse n'y prête pas attention.

3. DISCUSSION

plusieurs niveaux
d'analyse
sont nécessaires

La discussion portera, d'une part, sur l'intérêt des niveaux d'analyse considérés et, d'autre part, sur les activités conduites par les enfants sous le contrôle de la maîtresse en regard des objectifs officiels.

Les analyses ont été conduites à trois niveaux correspondant à des unités dialogales de plus en plus fine : l'épisode, la séquence, l'échange.

repérer
les épisodes

Le repérage des épisodes donne une idée de l'organisation des séances et de l'importance respective accordée aux différents moments de la séquence didactique. On a pu voir ainsi que la phase de dévolution du problème occupait une place restreinte.

analyser les
séquences

L'analyse des séquences en termes d'enjeux donne une indication assez précise sur la nature des activités qui sont poursuivies, notamment le traitement des expériences qui est réalisé.

caractériser les
échanges

La caractérisation des échanges selon la taxonomie proposée par Kerbrat-Orecchioni nous a permis d'établir un indice de complexité et un indice de co-référence. Ces indices se sont avérés présenter une sensibilité aux changements de la structure des échanges observés d'une classe à l'autre. On observe à la fois une augmentation de la complexité des échanges et une augmentation de la co-référence d'une classe à l'autre, en même temps qu'une diminution de l'implication de la maîtresse dans les échanges. En somme, progresser en sciences pour la maîtresse observée, c'est acquérir de l'autonomie, coopérer pour réaliser des manipulations et en noter le résultat.

Si on examine les démarches des élèves que nous avons observées par rapport aux attentes formulées dans les programmes (développer le raisonnement et l'argumentation), on relèvera plusieurs points.

En CE1/CE2, compte tenu de la proposition formulée initialement et questionnée (« *les objets coulent parce qu'ils sont*

lourds »), il s'agit de mettre à l'épreuve une relation causale entre le poids et la flottaison des corps. Du point de vue d'une analyse cognitive, cette activité nécessite :

l'analyse cognitive révèle un décalage...

- de définir la mesure du poids et de la flottaison, dans des termes comparables, quels que soient les objets considérés,
- d'apparier le poids et la flottaison pour un ensemble d'objets, ce qui nécessite de réaliser des mesures dans des conditions bien déterminées, en conservant constantes toutes les autres caractéristiques,
- d'examiner des relations entre les deux séries de mesures établies pour inférer la validité ou la non-validité de la relation posée à titre d'hypothèse.

...entre les activités des enfants...

Par rapport à une telle analyse, le seul fait de séparer, dans le temps, la prise d'information sur la flottaison et celle sur le poids est questionnable. Cette stratégie conduit à construire un tableau unidimensionnel alors qu'un tableau bi-dimensionnel serait nécessaire pour examiner les relations entre les deux dimensions considérées dans l'hypothèse. Les enfants sont ainsi cantonnés à s'intéresser aux propriétés des objets, ce qui les détourne de l'examen de la relation causale avancée au départ.

...et ce qui est attendu

Le problème posé en CM2 est d'une certaine façon plus simple, puisqu'il s'agit de savoir si on flotte mieux dans l'eau salée que dans l'eau douce. Comme la maîtresse fixe une liste d'objets, il ne s'agit que de procéder à des comparaisons. La difficulté cognitive réside dans la définition de « flotte mieux », et c'est bien ce qui préoccupe les élèves à plusieurs reprises. Le « on » de l'énoncé étant un « on » générique, il s'agit de résumer un ensemble de comparaisons portant sur deux conditions. La difficulté cognitive que rencontrent les élèves tient au fait que toutes les comparaisons n'aboutissent pas au même constat, la flottaison des corps étant déterminée par d'autres paramètres que la densité du liquide. En référence à une telle analyse, la conduite de la séance est discutable, l'accent étant trop mis sur la réalisation des expériences au détriment d'une approche des comparaisons multiples nécessitant la prise en compte de l'ensemble des caractéristiques des situations.

Même si les activités intellectuelles mentionnées sont complexes (évaluer une relation, inférer un fait à partir d'un ensemble de comparaisons binaires) pour les enfants des âges considérés, ceux-ci ne sont pas dépourvus de ressources sur lesquelles la maîtresse pourrait s'appuyer (Flandé, 2000). Si la maîtresse ne les mobilise pas, c'est qu'elle poursuit de fait d'autres objectifs ainsi que l'ont montré les analyses (le développement de l'autonomie, la manipulation, la notation).

Le décalage entre les activités observées en classe et celles attendues en regard d'une analyse cognitive des activités expérimentales montre que les situations peuvent être investies de différentes manières. Pour connaître ce que les élèves

la situation
ne suffit pas
à rendre compte
des activités
des élèves

font, il ne suffit donc pas de connaître les situations et les problèmes. Il s'avère nécessaire d'étudier finement les échanges, puisque ce sont les interlocuteurs qui sont maîtres des questions qu'ils vont traiter et donc des tâches.

Dans le cadre des échanges maître-élèves, compte tenu du caractère asymétrique des échanges, les interventions du maître sont déterminantes. Comme en témoignent nos observations, c'est lui qui détermine la valeur de ce qu'il est intéressant de faire, en relevant (soutenant, questionnant, enrichissant etc.) ou non ce que font ou disent les élèves. C'est lui aussi qui par l'organisation des activités et les formes de tutelle qu'il déploie va orienter les traitements qui seront faits.

La spécification du contexte situationnel ne suffit donc pas pour déterminer les activités qui vont être conduites. Un même phénomène, une même situation peuvent prêter à des activités multiples, plus ou moins en adéquation avec les objectifs officiels de l'enseignement. Il s'avère donc nécessaire de prendre en considération le contexte social en y intégrant les représentations qu'ont les maîtres du domaine de connaissance qu'ils enseignent, des activités, des compétences des élèves, etc.

l'accompagnement
des maîtres s'avère
nécessaire...

Comme toute étude de cas, l'étude rapportée ici a une portée limitée. Cependant, dans la mesure où il s'agit d'une maîtresse tout à fait représentative des enseignants qui s'impliquent dans *La main à la pâte* (une maîtresse expérimentée, intéressée par l'enseignement scientifique, sans pour autant être scientifique elle-même), l'étude révèle les limites des activités expérimentales pouvant être pratiquées à l'école primaire. Compte tenu des objectifs poursuivis par *La main à la pâte*, l'accompagnement des maîtres s'avère indispensable. C'est un des rôles du dispositif mis en place. Il serait sans doute à conforter en y intégrant davantage d'analyses des tâches, des stratégies pédagogiques et des interactions maître-élèves, s'appuyant sur une connaissance des capacités cognitives des enfants.

Annick WEIL-BARAIS
université d'Angers

Naïma BOUDA

BIBLIOGRAPHIE

- BERNICOT, J., MARCOS, H. & DAY, C. (1998). *De l'usage des gestes et des mots chez l'enfant*. Paris : Armand Colin.
- BONTAZ, S. & GILLY, M. (1999). Formatage de contextes interactionnels à l'école maternelle. In M. Gilly, J.P. Roux & A. Trognon : *Apprendre dans l'interaction* (pp. 329-346). Presses universitaires de Nancy, Publications de l'Université de Provence.
- CARBONNEAUX, B. (2000). *Les conceptions des enseignants sur les activités expérimentales*. Mémoire de DEA. Université Paris 5.
- CAUZINILLE-MARMÈCHE, E., MATHIEU, J. & WEIL-BARAIS, A. (1983). *Les savants en herbe*. Berne : Peter Lang.
- FLANDÉ, Y. (2000). *Protocoles expérimentaux, tests d'hypothèses et transfert, en sciences, à l'école primaire*. Thèse en didactique des disciplines Université Paris 7.
- FRANCESCHELLI, S. & WEIL-BARAIS, A. (1999). Interactions professeur-élèves dans la construction d'un modèle en mécanique. In M. Gilly, J.P. Roux & A. Trognon : *Apprendre dans l'interaction* (pp. 241-258). Presses universitaires de Nancy. Publications de l'université de Provence.
- FRANÇOIS, A. & WEIL-BARAIS, A. (2003). Élaboration de connaissances relatives à un dispositif technique au cours d'une situation d'interaction parent-enfant. *Bulletin de Psychologie, interaction, acquisition de connaissances et développement*, 56(4), 509-519.
- INHELDER, B. & PIAGET, J. (1955). *De la logique de l'enfant à la logique de l'adolescent*. Paris : Presses universitaires de France.
- KERBRAT-ORECCHIONI, C. (1990). *Les interactions verbales, tome 1*. Paris : Armand Colin.
- KUHN, D., AMSEL, E. & O'LOUGHLIN, M. (1988). *The development of scientific skills*. New York : Academic Press.
- MONTEIL, J.M. & HUGUET, P. (2002). *Réussir ou échouer à l'école : une question de contexte ?* Grenoble : Presses universitaires de Grenoble.
- NUNEZ-FERNANDEZ, M.S. (1978). *La démarche expérimentale chez l'enfant de 10 à 13 ans*. Thèse de doctorat de l'université de Genève.
- ROUX, J.P. (1999). Contexte interactif d'apprentissage en mathématiques et régulations de l'enseignant. In M. Gilly, J.P. Roux & A. Trognon : *Apprendre dans l'interaction* (pp. 259-278). Presses universitaires de Nancy, Publications de l'Université de Provence.
- SIEGLER, R.S. & LIEBERT, R.M. (1975). Acquisition of formal reasoning by 10 and 13 years old. Designing a factorial experiment. *Developmental Psychology*, 11, 401-402.
- WEIL-BARAIS, A. (2004). Élèves et maîtres en prise avec le savoir. In A. Weil-Barais (ed) : *Les apprentissages scolaires*. Rosny-sous-Bois : Bréal Éditeur.

Annexe 1. CONVENTIONS DE TRANSCRIPTION (ADAPTÉES DE R. VION)

- les interventions inaudibles : _____
- les ruptures dans l'énoncé sans qu'il y ait réellement pause : \
- les interruptions causées par un autre intervenant : /
- les enchaînements rapides de paroles : &
- les transcriptions phonétiques : /plastoc/
- les courts silences de moins de quinze secondes : ...
- les longs silences sont de plus de quinze secondes :
- les activités non verbales : []
- les chevauchements de paroles : Il y a
- les problèmes techniques d'enregistrement : coupure vidéo
- des lettres attribuées aléatoirement remplacent les prénoms des enfants observés : MO, MA, MI pour la classe de CE2, et BA, BI, BO pour la classe de CM2,
- les enfants non identifiés sont désignés par : X
- l'enseignante est identifiée par la lettre : E

Annexe 2. TYPOLOGIE DES ÉCHANGES (D'APRÈS KERBRAT-ORECCHIONI, 1990)

Les échanges comportant une seule intervention

• cas où l'autre intervention se réalise par des moyens non verbaux, qu'il s'agisse de l'intervention initiative (le locuteur frappe à la porte et l'interlocuteur lui dit « entrez ») ou de l'intervention réactive (le locuteur pose une question et l'interlocuteur fait un mouvement de tête). Par exemple :

enseignante : « *Attends, attends, on est pas prêt, on est pas prêt encore* »
 élève : l'élève s'arrête

• cas où une intervention à prétention initiative ne donne lieu à aucune réaction, verbale ou non verbale : elle n'est tout simplement pas prise en compte par l'interlocuteur. On parle dans ce cas d'échange tronqué. Par exemple :

élève : « *Faut mettre une croix* »
 élève : « *Une voiture qui coule* »

Les échanges comportant deux interventions

La première intervention est dite *initiative* et la seconde *réactive*.
 On parle dans ce cas de *paire adjacente*.

Les échanges comportant trois interventions

La première intervention est *initiative*, la seconde *réactive* et enfin la troisième *évaluative*.

Ce type d'échange est décrit par Roulet (cité par Kerbrat-Orecchioni, 1990) qui considère la structure de la paire adjacente comme « *anormal* ». Le terme d'*évaluation* désigne le troisième temps de l'échange, par lequel le locuteur clôt cet échange qu'il a lui-même ouvert, en signalant à l'interlocuteur qu'il a bien enregistré son intervention réactive, et qu'il la juge satisfaisante.

Les principales réalisations de cette intervention sont les suivantes : reprise en écho (morphèmes à simple fonction « d'accusé de réception », qui peut se charger en outre de diverses valeurs émotives ou appréciatives : « *ah* », « *bon* », « *ben dis donc* », « *ah quand même* », etc.) et commentaires divers, et en particulier *évaluatifs* (« *c'est juste* », « *très bien* »). Par exemple :

enseignante : *Ah! Ça va couler bientôt, tu crois?*
 élève : *Ouais*
 enseignante : *Ouais*

La structure « binaire » ou « ternaire » de l'échange semble varier selon les types d'échanges, et de situations : en classe, la réponse de l'élève à la question de la maîtresse est effectivement presque toujours suivie d'une « évaluation », aux deux sens de ce terme.

Les échanges comportant plus de trois constituants

L'intervention « initiative » ouvre en fait une sorte de transaction entre les locuteurs, qui peut être relativement longue et se faire, séquentiellement, étape par étape. On parle dans ce cas de *cycle* ou d'*échange complexe*. Par exemple :

enseignante : *Qu'est-ce que t'as mis? Une boîte en plastique et puis boîte?*
 élève : *En bois*
 enseignante : *En bois, oui d'accord [...] j'suis pas sûre qu'elle soit en bois!*
 élève : *Si, c'est en bois ça!*
 enseignante : *Oui, mais regarde, ça c'est en bois... Tout en bois?*
 élève : *Non*
 élève : *Ça, y a un peu de carton*
 enseignante : *Ah! Donc, ce n'est pas une boîte en bois!*
 élève : *Boîte*