

INTERACTIONS ET CONSTRUCTION DES APPRENTISSAGES DANS LE CADRE D'UNE DÉMARCHE SCIENTIFIQUE

Claudine GARCIA-DEBANC
IUFM de Toulouse-Rodez et INRP REV

Résumé : Les démarches scientifiques donnent lieu à des situations de communication orales et écrites riches et diverses. L'article se propose d'analyser un échantillon significatif de productions verbales d'élèves de CM 1 aux divers moments d'une étude de la respiration. La confrontation des représentations initiales, explicitées individuellement par écrit, suscite des argumentations et des essais d'explication. Après une série d'expériences, l'écriture et la réécriture d'écrits explicatifs donne l'occasion aux élèves de faire le point sur leurs connaissances et de dégager les caractéristiques d'écrits scientifiques. En lecture, la comparaison de quatre documents traitant de la respiration pour des publics différents montre aux élèves l'importance de la prise en compte des savoirs supposés des destinataires dans l'élaboration d'une explication.

L'écriture intervient au cœur de l'activité scientifique. Le savant note ses hypothèses sur ses carnets de laboratoire, formalise ses projets en plans d'expériences, publie ses résultats pour les soumettre à la réfutation des autres scientifiques. De la même manière, au cours d'une démarche scientifique, les élèves peuvent être amenés à formuler par écrit leurs représentations, à schématiser des dispositifs expérimentaux pour valider leurs hypothèses, à noter leurs observations, à mettre en forme leurs résultats, à résumer la démarche pour en garder trace dans leur cahier. Pour cela, ils utilisent non seulement la langue dans un discours suivi, mais aussi des schémas, des graphiques, des tableaux.

Un tel travail d'élaboration des traces écrites réclame du temps, ce qui n'est pas toujours compatible avec les horaires restreints dévolus aux activités scientifiques. Or, celui-ci nous apparaît indispensable pour aider les élèves à consulter de façon autonome des écrits scientifiques et à réussir dans leur scolarité ultérieure. En effet, les situations d'interrogation écrite, en particulier au collège, évaluent non seulement les savoirs spécifiques aux disciplines enseignées mais aussi la maîtrise de la langue des élèves. Nous allons essayer de montrer que **prendre du temps pour faire élaborer par les élèves les écrits qui portent trace du travail réalisé dans le cadre de l'enseignement des sciences est productif non seulement pour la maîtrise de la production d'écrits mais aussi pour les apprentissages en sciences.**

1. LES ACTIVITÉS LANGAGIÈRES DANS UNE DÉMARCHE SCIENTIFIQUE

1.1. Les différents types d'écrits produits en classe de sciences

Les démarches traditionnelles réservent la rédaction d'un texte écrit individuel à la fin de la démarche, sous la forme d'un « contrôle » aux fins d'évaluer les connaissances acquises. Dans ce mode de fonctionnement, dominant dans les pratiques d'enseignement au collège et au lycée, les autres écrits, schématisations ou résumés de la leçon, sont dictés par l'enseignant ou élaborés collectivement sous sa conduite et recopiés par les élèves.

A l'inverse, un enseignement des sciences faisant toute la part qui leur revient à l'appropriation par les élèves non seulement de connaissances mais aussi d'un mode de questionnement scientifique a recours à des **productions écrites** individuelles ou par petits groupes, aux divers moments de la démarche d'apprentissage, sous des formes et avec des fonctions **très variées**. La diversité de ces fonctions est souvent liée au moment de la démarche où intervient la production de ces écrits.

- **En début de démarche**, les traces écrites, sous la forme de textes ou de schémas, aident à cerner les représentations des élèves sur le phénomène étudié. Pour cela, les élèves peuvent avoir à réaliser ou à compléter un schéma, à rédiger un court texte, à répondre à un questionnaire ou à formuler eux-mêmes des questions ou des hypothèses, à justifier ou à réfuter des affirmations... De tels écrits obligent les élèves à mobiliser leurs connaissances antérieures et à s'interroger sur les phénomènes qui vont être étudiés.

Dans cette phase du travail, les écrits peuvent également servir à **anticiper sur la suite de la démarche** en fixant un but à l'action : formulation d'hypothèses, réalisations de plans d'expériences, inventaires du matériel nécessaire pour les réaliser, prévision des données à recueillir, rédaction d'un questionnaire préalable à une visite ou à une interview... La rigueur à laquelle ils obligent aide les élèves à effectuer des choix et à constater des incohérences dans la réflexion. Les écrits produits dans cette phase de la démarche sont souvent courts (phrases ou listes d'éléments) et accompagnés de schémas.

- **Au cours de la démarche scientifique**, l'écrit sert avant tout à **conserver** un souvenir précis des expériences réalisées et à commencer à **traiter** les données ainsi recueillies. Relevés de mesure, notes en cours d'observation, prise de notes pendant une visite, reformulations écrites d'éléments recueillis au cours d'une recherche documentaire permettent de garder trace du travail fait. Ils obligent aussi à **sélectionner** et à **classer** les éléments recueillis en vue de mieux comprendre. Ainsi lorsqu'une suite de mesures est transformée en tableau ou en graphique. Les **hypothèses** formulées antérieurement sont **justifiées** ou **invalidées**. Les productions écrites sont alors courtes et font également intervenir schémas et tableaux. Écrire permet ainsi de mieux comprendre les phénomènes et aide à structurer progressivement les connaissances.

- **En fin de démarche**, les écrits permettent de **synthétiser les résultats** des observations et de les **relier à des principes explicatifs**. Tableaux ou gra-

priques assortis de leurs commentaires, comptes rendus d'expériences associant description des dispositifs et explication de leur fonctionnement, définitions des concepts essentiels, les écrits permettent d'aller, au delà des constats, à la recherche d'explications. La rédaction d'écrits explicatifs intervient plus particulièrement à ce moment de la démarche.

Ces écrits peuvent être à visée interne sous la forme de résumés pour le classeur, ou être destinés à des élèves d'autres classes. Ainsi lorsque des élèves de CM 1 rédigent pour leurs correspondants des instructions permettant de réaliser des jouets utilisant des sources d'énergie diverses ou qu'ils conçoivent une exposition destinée à leurs familles sur les observations réalisées au cours de la classe verte.

- **La fonction d'évaluation** sommative des écrits ne disparaît pas pour autant. Une interrogation écrite peut permettre d'évaluer ce que chaque élève a compris et retenu **à l'issue de la démarche**. Elle peut reposer sur l'interprétation de documents afin de vérifier le transfert des concepts appris pour analyser une situation inédite. L'élève doit pour cela rédiger un court texte explicatif ou compléter des formulations.

1.2. Interaction et intellection dans l'élaboration d'un texte explicatif

Dans un article publié dans *Aster* où je m'efforçais de proposer un **modèle de la conduite langagière d'explication** (Garcia-Debanc, 1988), j'avais montré que la production d'une explication suppose la maîtrise de plusieurs opérations que l'on peut situer à trois niveaux.

1) **Gérer l'interaction**, c'est-à-dire repérer l'enjeu de la communication, situer l'ensemble des déterminants de la situation de communication, dégager les attentes et les savoirs supposés du destinataire, isoler la nature de l'obstacle à traiter pour lui. On n'explique pas l'électricité de la même manière à un élève de CM et à un élève de Terminale.

2) **Gérer l'objet**, c'est-à-dire mobiliser le savoir disponible sur l'objet et sélectionner les éléments sur lesquels portera l'explication. Ce type d'opération convoque essentiellement des connaissances disciplinaires.

3) **Gérer le discours**, c'est-à-dire présenter les informations sélectionnées de la façon la plus efficace possible pour le destinataire. Ceci n'est possible que si l'on prend en compte et si on maîtrise les caractéristiques linguistiques du discours explicatif, qu'il soit oral ou écrit.

La schématisation qui accompagnait cette modélisation faisait apparaître les interférences entre les dimensions relevant de la gestion des objets de discours et les dimensions plus proprement linguistiques. Je voudrais montrer ici les interférences permanentes entre l'acquisition de connaissances scientifiques et la mise en évidence des propriétés linguistiques des écrits scientifiques. En effet, « en sciences, l'interlocution, qu'elle soit orale ou écrite, est commandée par l'intellection » (Ducancel, 1991). Or, « la mise en relation des discours oraux

et écrits dans les activités scientifiques, les passages, les reprises, les transferts des uns aux autres n'ont pas, à notre connaissance, donné lieu à des travaux didactiques spécifiques, n'ont pas été, en eux-mêmes, objets de recherche » (ibid.). Les pratiques d'oral occupent une place tout aussi centrale et prennent des formes tout aussi diverses dans la mise en œuvre de la démarche scientifique. Nous les mentionnerons peu ici. Une recherche INRP, « L'oral pour apprendre », entreprend de les cerner. Elle vient de commencer.

Selon les moments de la démarche scientifique, ce sont plutôt les dimensions linguistiques ou cognitives qui occupent une place dominante, qu'elles donnent lieu à des interactions orales ou écrites.

1.3. Le projet d'ensemble de la démarche décrite

J'emprunterai mes exemples à une activité de biologie conduite entre octobre et décembre, à raison d'une séance par semaine, dans une classe de CM 1 (1), dans le cadre de la recherche INRP « Révision des écrits ». Le projet de travail de l'équipe était de montrer que la rédaction et la réécriture dans le cadre d'une démarche scientifique présentent une triple utilité :

- elles permettent à l'enseignant d'**observer les représentations** des élèves à divers moments de la démarche expérimentale, et par là même de **réguler les activités** en fonction des difficultés constatées chez les élèves, ce que les didacticiens des sciences appellent des « objectifs-obstacles ». Ainsi l'écriture contribue à l'appropriation des connaissances scientifiques,
- elles aident les élèves à **maitriser les règles d'écriture des écrits scientifiques**, ce qui leur est particulièrement utile pour lire efficacement ces écrits,
- elles contribuent également à **favoriser la réussite scolaire** des élèves dans le cadre des « contrôles » écrits dans la suite de leur scolarité : certains mauvais résultats sont davantage dus à des difficultés de formulation qu'à une maîtrise conceptuelle insuffisante.

Je vais essayer de montrer, à travers les trois exemples qui suivent, comment **pratiques d'oral**, activités d'**écriture** et de **lecture** contribuent à la construction des connaissances scientifiques et, secondairement, comment ces trois types d'activités langagières se combinent et interagissent en permanence. J'ai, pour cela, retenu trois moments-clés de la démarche scientifique sur la respiration. Chacun place en position dominante l'une de ces activités langagières.

La formulation de la problématique de la recherche scientifique repose sur l'explicitation des **représentations initiales** des élèves, qui se réalise essentiellement à l'oral. Cette confrontation s'appuie, dans la démarche présentée, sur un **écrit produit individuellement** par chaque élève, qui suscite remarques et critiques de la part de ses camarades après lecture. Les échanges vifs auxquels donnent lieu ces productions se fixent ensuite à nouveau par une trace écrite demandée par la maitresse à chaque élève. Les pratiques langagières de production de textes informatifs et d'argumentation orale contribuent ainsi dans cette activité à la **mise en évidence d'obstacles cognitifs**. Ces points vont

faire l'objet d'un traitement par la mise en place d'expériences le plus souvent conçues par les élèves.

L'évaluation formative de l'intégration des connaissances par les élèves, à l'issue d'un ensemble de séances mettant en jeu des expérimentations conçues par les enfants, repose sur la **rédaction individuelle d'un écrit explicatif**. L'examen d'un échantillon de textes choisis par la maîtresse comme représentatifs des difficultés et des réussites de ce groupe d'élèves permet d'engager, à l'oral, une **élaboration collective de critères** de fonctionnement des écrits explicatifs. L'accent est mis ici sur les caractéristiques des écrits scientifiques plus que sur leur contenu informatif, mais l'examen critique des écrits des pairs donne également lieu à des rectifications de l'ordre des connaissances disciplinaires.

L'examen comparatif de quatre **explications** de la respiration à des **publics différents**, s'adressant selon les cas à des enfants d'école maternelle ou à des lycéens, permet à la fois de sensibiliser les enfants à l'importance décisive des paramètres de la situation de communication dans la formulation d'une explication et de leur montrer l'existence de niveaux de formulation différents pour un même concept. La lecture et l'échange oral sont ici dominants.

2. CONFRONTER SES REPRÉSENTATIONS POUR DÉGAGER UNE PROBLÉMATIQUE D'ÉTUDE : LE RÔLE COMPLÉMENTAIRE DE L'ORAL ET DE L'ÉCRIT

2.1. Écrire pour dire ses représentations

Les scientifiques ont montré l'intérêt pour la démarche scientifique de faire expliciter préalablement par les élèves leurs représentations à propos du phénomène étudié. Ceci est particulièrement intéressant lorsqu'il s'agit du fonctionnement du corps humain.

La maîtresse distribue aux enfants un formulaire constitué d'une silhouette humaine muette et d'un espace vierge dans lequel écrire. La consigne est la suivante :

Pour moi, qu'est-ce que respirer ? J'essaie de l'expliquer à l'aide d'un schéma ou d'une phrase ou des deux (schéma + phrase).

Les élèves disposent d'une dizaine de minutes pour compléter individuellement ce document à leur guise.

Le fait de demander une trace écrite individuelle évite que les enfants s'influencent les uns les autres et permet d'obtenir un panorama assez complet de leurs représentations brutes. La présence de la silhouette à compléter induit une schématisation des organes du corps humain. Comme le souligne Vérin (1994 et ici-même), « les prévisions écrites servent de point d'appui au débat dans la classe et permettent que les idées de départ ne soient pas oubliées ». Dans la démarche qu'elle présente, qui vise à faire apparaître à des élèves de CM 1 le rôle de l'air alors qu'ils ne le voient pas, il est nécessaire de faire prévoir par écrit des dispositifs expérimentaux à plusieurs moments de la démarche. « Ces écrits

jouent un rôle d'activation des conflits cognitifs. Ils permettent d'explicitier et de prendre en compte dans la discussion des contradictions entre élèves qui seraient passées inaperçues sans cette phase de production d'écrits. Les différents points de vue sont argumentés ». En effet, précise-t-elle, « si l'obstacle choisi représente effectivement un obstacle, et non une simple difficulté, il est par définition résistant et cela se traduit par un évitement du conflit cognitif que l'enseignant cherche à installer. Nous verrons à quelles conditions la production et le traitement d'écrits peuvent jouer comme un des éléments permettant d'éviter cet évitement et d'installer un réel conflit chez les élèves ».

L'observateur est frappé par la diversité, la richesse et la complexité des productions obtenues. Ainsi Déborah, par exemple, complète le schéma en dessinant à l'endroit adéquat **les poumons, le cœur, les venes** (sic) et **le sang**. Les organes sont désignés par une légende. Cependant, ils n'ont pas les dimensions convenables. L'air est représenté par un crayonné qui entoure la silhouette. Le texte, de son côté, mentionne une liste de termes assortis d'un schéma :

Respirer c'est la vie. Parce que quand on peut pas respirer on meurt. Les poumons nous font respirer.

Le cœur parce que quand on respire on actionne le cœur.

Ces organes sont présentés sous la forme d'une liste, l'emploi de chaque terme étant justifié, sans que soient mis en évidence les rapports de causalité entre les divers éléments intervenant dans le mécanisme de la respiration.

L'organisation d'un échange entre les enfants va permettre de problématiser notamment le lien entre la respiration et la circulation sanguine.

2.2. Justifier ou réfuter des conceptions dans un débat contradictoire

La **confrontation des réponses écrites** par les enfants dans la phase précédente fait l'objet d'un débat d'une vingtaine de minutes. Toutes les productions des élèves sont affichées. Les élèves ont à les comparer et à les commenter. Ils sélectionnent, dans ce foisonnement de propositions différentes, les points qui leur paraissent les plus intéressants ou les plus discutables. La maîtresse encourage les différences de point de vue (ou conflits socio-cognitifs) entre les enfants, de manière à susciter preuves et réfutations. Ceci donne lieu à la mise en œuvre de **conduites discursives argumentatives**, certains élèves voulant convaincre leurs camarades du bien-fondé de leur opinion ou de leurs connaissances supposées. En aucun cas, l'enseignante ne fournit de réponse elle-même aux questions que se posent les enfants. Celles-ci relèvent de la mise en œuvre de la démarche expérimentale qui suivra.

L'existence de controverses - certains enfants ont dessiné les poumons, d'autres pas ; certains pensent que le sang intervient dans la respiration, d'autres pas - permet de susciter des conduites argumentatives chez les enfants. En effet, l'« argumentation est l'outil langagier et intellectuel de la prise de décision en un domaine où règne la controverse » (Declercq, 1992). Reprenant Aristote, on pourrait dire que « nous ne délibérons que sur les ques-

tions qui sont manifestement susceptibles de recevoir deux solutions opposées » (2). L'argumentation a ici une finalité heuristique d'établissement de la vérité.

La maîtresse suscite ces controverses (*Le sang passe par les veines. Est-ce que le sang / attention à la question que je vous pose / est-ce que le sang intervient dans la respiration ? // Qui en est sûr ? (Des enfants lèvent la main) Est-ce qu'il y en a qui ne savent pas ? Et est-ce qu'il y en a qui pensent que non ?*), ce qui conduit parfois les enfants à réfuter directement le point de vue de l'un de leurs camarades (*c'est pas le cœur qui nettoie*). L'enseignante **demande aux enfants de défendre leur position** face à leurs camarades (*Franck, tu veux essayer de nous expliquer pourquoi tu en es sûr ?*). A plusieurs reprises, elle **répète les formulations** de tel ou tel élève pour amener les enfants à compléter leurs observations (*et vous savez pas davantage ce que ça veut dire le sang propre et le sang sale le sang rouge et le sang bleu ?*) ou à préciser leur point de vue (*Tu m'as dit l'air ?*). L'intonation indique d'ailleurs assez nettement dans ce cas qu'elle est dans l'attente d'une suite de la réponse.

La maîtresse est parfois amenée à **recentrer les interrogations sur le point à débattre** (*Mais moi je te demande est-ce que le sang intervient dans la respiration ? Alors ceux qui en sont sûrs ? Qui en est sûr là ?*). Elle aide ainsi les enfants à bien identifier la question sous laquelle ils ont à argumenter pour éviter de perdre de vue le problème étudié. Elle permet, par ses interventions, de **passer** de l'intervention de Bella (*Et le cœur / c'est le cœur qui est le plus important // parce que s'il s'arrête on ne respire plus*), portant sur l'importance relative du cœur et des poumons dans la vie, à **une problématique scientifique** sur les rôles respectifs de la circulation et de la respiration. C'est également une intervention de la maîtresse qui permet de passer d'une remarque incidente d'un enfant (*Nous quand on fait ouh ouh le cœur il va de plus en plus vite*) à la problématique scientifique (*Ah ! Quand est ce qu'il va de plus en plus vite le cœur ?*), comme l'indique l'interjection *Ah*, qui accueille cette remarque. Le même élève avait déjà développé une comparaison entre le moteur automobile et l'organisme humain : *Maîtresse nous on dit le sang est-ce qu'il passe dans le cœur parce c'est comme dans une voiture si on met pas d'essence ça avance pas le cœur si si y a pas quand on aura plus d'essence le cœur i battra plus parce que le cœur c'est ce qui c'est ça qui nous fait respirer*.

Les **demandes de justification** sont également l'occasion de laisser s'exprimer les représentations erronées des enfants sur la respiration : Frank en effet prétend que *parce qu'y a l'air là dans la nuque alors il passe par les veines*. La maîtresse lui fait repréciser sa pensée : *Tu m'as dit l'air ? Frank persiste dans l'expression de cette représentation erronée : Alors il passe par les veines il va par la gorge il monte il va monter là c'est avec ça qu'on respire*. Une réponse juste - Frank est de ceux qui pensent que la sang a un rapport avec la respiration - masque en réalité des représentations totalement erronées.

Ce type d'échange présente un **double intérêt linguistique et scientifique** : d'une part, la production par les élèves de justifications et de réfutations correspond à une première approche de la pratique de **discours argumentatifs oraux**, d'autre part, du point de vue scientifique, ces échanges

autorisent la mise en évidence et le traitement des « objectifs-obstacles ». Martinand (1986) désigne ainsi les objectifs « qui sont liés à des obstacles dont le dépassement est non seulement jugé enrichissant sur le plan cognitif mais encore tout simplement possible » dans le curriculum envisagé. La didactique se donne en effet « comme projet non d'éliminer toutes les difficultés mais de permettre un choix raisonné de celles qu'on va traiter » (Joshua et Dupin, 1989).

2.3. Rédiger une trace écrite individuelle des souvenirs de l'interaction orale

A la suite de cet échange, l'enseignante demande aux enfants de formuler individuellement ce qu'ils pensent vrai à propos de la respiration ainsi que les questions qu'ils se posent. Cette tâche vise à les aider à structurer leurs attentes avant de s'engager dans la démarche scientifique. Ils peuvent en effet avoir participé activement à une interaction orale sans pour autant en avoir retenu les points clés.

Ainsi, Aurore a retenu la discussion sur *le sang sale et le sang propre, le sang rouge et le sang bleu* et se demande :

Quelle différence y a-t-il entre le sang propre et le sang sale ?

Est-ce que le sang sert pour la respiration ?

De même, Mustapha écrit :

Est-ce que les poumons font vivre les gens ?

Est-ce que le sang propre et le sang sale font mal au cœur ?

Est-ce que le cœur donne la respiration aux poumons ?

Quand on court, est-ce que le cœur va plus vite ?

Ces documents sont relevés à la fin de l'heure et analysés par l'enseignante. Les questions ainsi formulées vont en effet guider la mise en place d'expérimentations.

2.4. Formuler des questions et des hypothèses comme « fil rouge » de la démarche expérimentale

La maîtresse recense les affirmations et les questions formulées par les élèves et les transcrit sous la forme d'une fiche qui servira de fil rouge tout au long de la démarche expérimentale. Le document est reproduit pour chaque enfant qui le conservera dans son classeur.

Cette liste comporte des affirmations exactes comme l'affirmation N° 1, partiellement exactes, comme la 2, ou totalement erronées, comme les affirmations 9 et 10, et des questions.

Nos affirmations :

1 - On respire par le nez et la bouche.

2 - Respirer, c'est aspirer, expirer et souffler.

- 3 - *Respirer c'est faire sortir de l'air, du gaz carbonique et de l'oxygène par la bouche.*
- 4 - *Quand on respire,
souffle
expire
le ventre grossit ; quand on aspire le ventre s'aplatit.*
- 5 - *Après une course, le cœur et la respiration s'accélèrent.*
- 6 - *Quand on coupe la respiration, le cœur continue de battre.*
- 7 - *On ne peut pas respirer longtemps sous l'eau. Si on respire longtemps, c'est avec des bouteilles d'oxygène.*
- 8 - *On respire avec les poumons. On respire avec le cœur.*
- 9 - *L'air passe dans le cœur, il passe par les veines, remonte par la gorge et c'est comme ça que l'on respire.*
- 10 - *Le cœur nettoie le sang sale et le rend propre.
sombre vif.
bleu rouge.*
- 11 - *On a la moitié de sang propre, c'est le sang rouge et la moitié de sang sale, c'est le sang bleu.*
- 12 - *Le sang, ça marche avec le cœur, c'est le cœur qui actionne tout.*
- 13 - *L'oxygène rentre par la bouche et c'est le gaz carbonique qui ressort.*
- 14 - *Le gaz carbonique c'est le mauvais gaz.*

Nos questions :

- 1 - *Est-ce que le sang intervient dans la respiration ?*
- 2 - *Est-ce que les poumons s'accélèrent quand on court ?*
- 3 - *Comment le cœur s'accélère-t-il ?*
- 4 - *Quelle différence y a-t-il entre le sang propre et le sang sale ?*
- 5 - *Que se passe-t-il si le sang propre et le sang sale se mélangent ?*
- 6 - *Comment le cœur nettoie-t-il le sang ?*
- 7 - *Peut-on respirer sous l'eau ?*
- 8 - *Combien de temps peut-on retenir sa respiration ?*

Au cours des cinq séances suivantes, les enfants auront pour tâche de **trouver des dispositifs expérimentaux** qui permettent de trouver des éléments de réponses à ces questions et de valider ou d'invalider les affirmations.

Ce document sert de « fil rouge » tout au long de la démarche scientifique. Il est complété au fur et à mesure des expériences réalisées. Voici quelques extraits de cette fiche telle qu'elle apparaît à l'issue des séances.

Nos affirmations :

- 1 - *On respire par le nez et la bouche.
Oui, on l'a vérifié avec l'expérience N° 1.*

2 - *Respirer, c'est aspirer, expirer et souffler.* Les mots *aspirer* et *souffler* sont barrés. La phrase est réécrite :

Respirer, c'est inspirer et expirer.

4 - *Quand on respire, le ventre grossit ; quand on aspire le ventre s'aplatit.*

Quand on inspire, le thorax se soulève, quand on expire, il s'abaisse.

9 - *L'air passe dans le cœur, il passe par les veines, remonte par la gorge et c'est comme ça que l'on respire.*

Les membres de phrase erronés sont barrés et une nouvelle phrase est proposée :

Non, il passe par les voies respiratoires.

10 - *Le cœur nettoie le sang sale et le rend propre.*

Cœur est barré est remplacé par *les poumons*.

Les poumons nettoient le sang. Ils transforment le sang impur en sang purifié.

Nos questions :

1 - *Est-ce que le sang intervient dans la respiration ?*

Oui, il transporte l'oxygène dans tout le corps ainsi que le dioxyde de carbone (Voir le document 6).

4 - *Quelle différence y a-t-il entre le sang propre et le sang sale ?*

Le sang pur est riche en oxygène, l'impur est riche en dioxyde de carbone.

6 - *Comment le cœur nettoie-t-il le sang ?*

Ce sont les poumons qui nettoient le sang.

La formulation écrite porte trace de l'évolution dans la construction des savoirs. Ainsi la démarche scientifique permet de substituer des termes techniques (*inspirer, thorax...*) à des termes d'usage courant (*aspirer, ventre...*). Les formulations témoignent des rectifications apportées aux représentations initiales, en particulier sur le trajet de l'air et le rôle du cœur dans la respiration (affirmations 9 et 10, question 6). Dans certains cas, comme à propos de l'affirmation 4, ce sont conjointement les connaissances sur le référent et le lexique qui subissent des modifications. Un jeu de couleurs met en évidence les nouvelles formulations. L'écrit manifeste ainsi l'**évolution des représentations et des connaissances des élèves**.

3. EXPLIQUER PAR ÉCRIT POUR MIEUX COMPRENDRE

3.1. La rédaction individuelle d'un écrit explicatif

A l'issue d'un ensemble de séances sur l'étude de la respiration, la maîtresse demande aux enfants de **rédiger individuellement un texte explicatif**. Cette tâche doit aider chaque élève à remettre de l'ordre dans ses connaissances et à restructurer la compréhension des phénomènes. Elle doit permettre à l'enseignante d'observer ce qui a été ou pas compris des expérimentations

réalisées. Un tel travail se situe au cœur de la démarche scientifique et non en fin de parcours comme il le serait dans une démarche traditionnelle. Il vise en effet à **ajuster l'action d'enseignement** après avoir constaté ce que les élèves ont compris et retenu à propos des notions étudiées et dans quelle mesure ils ont intégré les apprentissages plus techniques sur les caractéristiques des écrits scientifiques : précision du vocabulaire, économie des formulations, différences entre dessins et schémas...

La consigne d'écriture proposée est la suivante. Elle est indiquée par écrit au tableau :

Maintenant qu'au cours de plusieurs séances nous avons parlé de la respiration, explique-la à des camarades d'une autre classe qui, eux, ne l'ont pas encore étudiée.

La consigne essaie de tenir compte de l'importance du destinataire dans la formulation d'un texte explicatif : expliquer c'est faire comprendre un phénomène à quelqu'un. Celui qui explique est tenu de prendre en compte les savoirs supposés chez son lecteur. L'existence d'une autre classe de même niveau dans l'école, qui n'a pas encore abordé ce thème d'étude, peut justifier la référence à ce destinataire et obliger les élèves à une explicitation maximale.

En même temps, l'injonction est paradoxale dans la mesure où **les élèves perçoivent cette écriture davantage comme un contrôle des connaissances que comme une réelle situation d'échange**. La classe est pourtant engagée par ailleurs dans des projets d'écriture faisant appel à une socialisation des textes, en particulier dans le cadre de la réalisation d'un journal de la classe vendu aux parents, aux autres élèves de l'école et aux habitants du quartier. Les élèves sont habitués à avoir le souci de prendre en compte les informations nécessaires à leurs destinataires virtuels. Toutefois, ils n'ont jamais réalisé un travail de ce type dans le cadre de l'enseignement scientifique.

Cette production écrite est d'autant plus perçue comme un contrôle que les élèves ont à rédiger individuellement un texte assorti de schémas sans avoir de documents à leur disposition, ceci pour éviter qu'ils se bornent à recopier tel ou tel écrit réalisé en classe. L'écriture dure une vingtaine de minutes.

3.2. L'élaboration de critères à partir d'un échantillon choisi d'écrits d'élèves

La maîtresse choisit **quatre écrits d'élèves représentatifs**. Elle leur demande de les observer avec soin et, pour chacun d'eux, d'essayer de dire les points qu'ils jugent satisfaisants et ceux qui réclament une amélioration. Pour ce faire, ils ont à compléter une feuille de synthèse : elle est composée d'un tableau de huit cases permettant d'inscrire pour chacun des textes en deux colonnes *ce qui va et ce qui ne va pas*. La maîtresse veut ainsi inciter les enfants à formuler des **critiques positives** à propos des productions de leurs camarades.

Les enfants travaillent par deux, par groupes de proximité, pendant une quinzaine de minutes. Les discussions sur l'interprétation des schémas permettent de repréciser les **contenus scientifiques** (*ils se sont trompés*). Les élèves inscrivent également des remarques sur les textes de leurs camarades et utilisent un système de renvoi pour mettre en relation texte et remarques. Leur implication dans l'activité est très bonne. Ils manifestent ainsi les habitudes de travail qu'ils ont acquises de suggérer des **consignes de réécriture** à leurs camarades, en particulier à propos de textes fictionnels.

Est engagée ensuite une **mise en commun**. Celle-ci examine tout d'abord successivement les quatre écrits soumis à l'analyse. Voici la transcription intégrale des échanges à propos de chacun de ces écrits :

- 1 M *Pour le document A, qui veut dire ce qui allait, ce qui allait moins bien / le groupe 2, qu'est-ce que vous avez trouvé qui allait bien ?*
- 2 E 1 *Les schémas expliquent bien.*
- 3 M *Le schéma du A explique bien quoi ?*
(Silence)
- 4 E 2 *Moi, je trouve que le deuxième schéma, on l'a pas appris, le gaz carbonique.*
- 5 E 3 *Ils se sont trompés : ils ont mis **et aussi le ventre se soulève**, ils auraient dû mettre **le thorax**.*
- 6 E 4 *Eh non, ça c'est le ventre.*
- 7 M *C'est vrai on avait dit que **le ventre**, on le laissait de côté : on parlait plutôt du **thorax**.*
- 8 M *Donc là c'est plutôt le vocabulaire.*

Les enfants mettent en évidence les éléments positifs dans la production de leur camarade, même s'ils ont parfois du mal à justifier leur jugement. Ceci est le signe d'un bon travail coopératif dans la classe : les élèves de cette classe sont fréquemment appelés à réaliser une **évaluation formative** des écrits de leurs camarades. Ils mettent l'accent sur des éléments caractéristiques des écrits en sciences : présence de schémas explicatifs, quantité d'informations, précision du vocabulaire. Ces critères sont au croisement de la maîtrise des **contenus notionnels** et des **éléments linguistiques** caractéristiques des écrits scientifiques. Les enfants distinguent soigneusement ce qui a été appris et ce qui résulte probablement de savoirs acquis en dehors de l'école (*on l'a pas appris, le gaz carbonique*). La maîtresse aide à procéder à une généralisation en nommant par exemple le critère *vocabulaire* à partir des remarques lexicales faites par les enfants. Toutefois, ceux-ci ne relèvent pas d'eux-mêmes les nombreuses erreurs de syntaxe qui rendent la compréhension du texte A très difficile.

- 9 M *On passe au document B. Latifa.*
- 10 L *Les schémas 1 et 2 vont bien.*
- 11 M *Je mets : **Les schémas 1 et 2 expliquent bien** (elle écrit au tableau).*
- 12 E *Oui. En plus, elle est bien présentée.*
- 13 M ***Ils sont bien présentés.***
- 14 E *Oui, mais il y a des choses qui se répètent.*
- 15 M *C'est-à-dire ?*

- 16 E *Par exemple en dessous des deux premiers schémas, il y a **la poche gonfle et il expire de l'air** et il y a et après il y a : **la poche se dégonfle, donc il inspire de l'air**. Au dessous, il y a écrit (lit toute la phrase) ; ça se répète.*
- 17 E *Y a trop de répétitions.*
- 18 M *Est-ce que cela a été utile de remettre cette phrase dessous ?*
- 19 E *Non*
- 20 M *Donc je marque **des répétitions / inutiles**// D'accord // Encore sur le B ? Renaud.*
- 21 E *Et aussi ce qui va c'est qu'il a mis l'air qui entre et l'air qui sort.*
- 22 M *Ca rejoint quoi ça ? Les schémas.*
- 23 E *En bas, il y a écrit **boîte placée sur le thorax** il aurait dû l'expliquer. Le mot **thorax** on sait pas forcément ce que c'est. On aurait dû mettre une astérisque aussi en bas, la même, pour expliquer.*
- 24 M *Donc tu préciserais le vocabulaire. Tu sais expliquer **thorax** ?*
- 25 E *On pourrait mettre **cage thoracique**.*
- 26 E *Et aussi ce qui va bien c'est d'avoir expliqué les voies respiratoires.*

La maîtresse reformule et commence à formaliser les critères en écrivant au tableau. Les critères convoqués portent à la fois sur le contenu scientifique et sur les caractéristiques des écrits scientifiques. Le critère de « répétition » ne relève pas ici de la cohésion interphrastique mais de la nécessaire économie de l'écrit scientifique et du souci d'éviter la redondance. Il est à noter toutefois que, dans une page d'écrit scientifique, le système de renvois mutuels entre texte et hors-textes autorise une telle reprise des informations.

- 27 M *On passe au C.*
- 28 B *Au schéma là, il leur montre le corps, il leur montre ce que c'est que la bronchioles, la bouche, le pharynx, la trachée, le diaphragme, les bronchioles mais il ne dit pas comment on respire comment ça fonctionne comment ça entre comment ça sort il leur explique pas comment on fait pour respirer.*
- 29 M *Donc toi tu dis que le schéma est bon mais il manque des précisions // Regardez sur le schéma ce qu'a fait cet enfant. Est-ce que vous croyez que quelqu'un qui ne connaît rien à la respiration peut comprendre ?*
- 30 E *Il a fait des flèches rouges et des flèches bleues*
- 31 E *Il aurait dû mettre une légende. Flèche rouge, c'est l'expiration, c'est-à-dire c'est l'air qui sort et flèche bleue c'est l'inspiration c'est l'air qui rentre*
- 32 M *Donc tu aurais mis une légende. Donc je dis : **il manque des explications pour ce schéma, une légende.***
- 33 E *Il se trompe : la trachée artère, il l'a pas mise au bon endroit.*
- 34 M *Bon. Donc il y a une erreur à rectifier.*
- 35 E *Il manque les alvéoles.*
- 36 M *Le schéma est un peu à compléter.*

La remarque de l'élève B met l'accent sur la **différence entre description** de l'appareil respiratoire, mention de ses divers organes, **et explication** du phénomène de la respiration (*comment ça fonctionne*). De fait, les suggestions qui

sont faites sur les rectifications ou les compléments à apporter au schéma portent bien sur le mécanisme central de la respiration et se rapportent donc au contenu notionnel. Par son intervention, la maitresse met davantage l'accent sur les caractéristiques formelles de l'écrit scientifique, en particulier l'importance de la légende, que sur le contenu notionnel lui-même.

Le texte D donne l'occasion de s'interroger sur l'exactitude scientifique des contenus rapportés et donc de revoir les connaissances construites au cours des séances précédentes.

37 M Le D.

38 E Il a fait deux fois le même schéma.

39 E 2 Oui, mais celui du bas, c'est après la course, c'est pas pareil.

40 E 3 Ce qu'il ne dit pas, c'est que c'est après une course.

41 Eb C'est pas la respiration qui s'accélère, c'est le cœur.

42 M Et la respiration ne s'accélère pas ?

43 E 5 Si.

44 M Est-ce que c'est faux ce qu'elle a écrit ?

45 E 6 Non.

46 M Est-ce qu'on aurait pu mieux montrer ce qu'elle voulait dire ?

47 E 7 Oui. Avec le tableau.

48 M Quel tableau ?

49 E 7 Le tableau qui montre le nombre d'inspirations avant et après la course.

On voit ici comment la maitresse amène les enfants à s'interroger à la fois sur l'**exactitude des faits scientifiques** rapportés, sur la **fonction d'une légende** et sur la **pertinence des modes de présentation** d'une information : texte, schéma mais aussi tableau. Le texte explicatif n'est pas forcément le mode le plus efficace de transmission d'une explication scientifique.

Les remarques des enfants à propos des textes de leurs camarades sont pertinentes. Elles s'intéressent à la fois à l'exactitude des contenus notionnels évoqués et aux caractéristiques des écrits à produire.

3.3. La rédaction collective d'une fiche-guide pour l'évaluation des écrits explicatifs

Afin d'aider les élèves à structurer leurs remarques dispersées et à procéder à une généralisation à partir de cette expérience de lecture particulière, la maitresse leur demande ensuite de **formuler les règles d'écriture d'un écrit explicatif**. La consigne est la suivante :

Au dos de la feuille, je vais vous demander un autre travail. Vous vous rappelez que, pour le compte rendu, nous avons formulé des règles d'écriture. Vous allez maintenant écrire ce qu'il faut pour réussir cette explication, sous la forme d'une liste :

« **Pour réussir une explication en sciences, il faut.... »**

Le travail se fait par deux et dure environ cinq minutes. Dans la mise en commun, chaque paire d'élèves énonce successivement un critère. Le rythme des prises de parole est soutenu. Les remarques des enfants sont très diverses. La maîtresse les note successivement au tableau :

- **Il faut des mots précis.**
- **Il faut schématiser.**
- **une légende.**
- **mettre des couleurs.**
- **des textes précis.**
- **des phrases qui se comprennent.**
- **des explications.**
- **ne pas faire des répétitions.**
- **essayer de bien le présenter / faire le moins de fautes possible**
- **que ce soit bien espacé (reformulé par la maîtresse en que les schémas soient bien séparés du texte)**
- **des indications**
- **ne pas parler des mots qu'on n'a pas appris.**
- **un titre**
- **des flèches.**
- **faire un document qui ne soit pas incomplet.**

Les critères formulés mettent davantage l'accent sur les caractéristiques formelles des écrits scientifiques que sur le contenu notionnel. Ceci tient sans doute en partie aux interventions de l'enseignante dans la phase antérieure, qui a attiré l'attention des enfants sur la nécessaire rigueur dans l'élaboration des schémas pour la mise au point d'un écrit scientifique. Cependant, la large gamme des remarques et la facilité avec laquelle les élèves les ont formulées montrent qu'à l'issue de cette phase de révision, les élèves sont sensibles aux diverses dimensions à prendre en compte dans l'élaboration d'un écrit explicatif en sciences : prise en compte du **destinataire (des phrases qui se comprennent, essayer de bien le présenter)**, maîtrise des **contenus notionnels (ne pas parler des mots qu'on n'a pas appris, des mots précis, faire un document qui ne soit pas incomplet...)** et prise en compte des **traits spécifiques de l'écrit scientifique (des mots précis, il faut schématiser, une légende, mettre des couleurs)**.

L'enseignante remet en forme ces critères et les réorganise sous la forme d'un **outil** pouvant guider la **relecture critique** des écrits produits par les enfants. Elle opère alors une sélection et une réorganisation de ces critères. Elle privilégie des critères formels de mise en page et d'explicitation des schémas, ainsi que des critères de précision, d'exactitude et de concision caractéristiques des écrits scientifiques.

Des cases sont inscrites en regard de ces critères afin que les élèves puissent évaluer leurs productions sous l'angle de ces divers critères.

3.4. Réécriture des écrits explicatifs

Les textes produits au cours de la séance précédente font l'objet d'une relecture critique par un camarade à l'aide de la grille de relecture mise au point.

La consigne de réécriture est inscrite au tableau et lue silencieusement par les élèves :

Je réécris mon texte explicatif en tenant compte des règles d'écriture que nous avons formulées.

Comparons les deux versions du texte de Déborah.

La production initiale de Déborah se constituait de deux parties :

* une explication en « comment » présentant les mouvements intervenant dans la respiration. Celle-ci est constituée :

- d'une phrase de présentation un peu elliptique :

La respiration c'est inspiration et expiration.

- de deux paragraphes titrés respectivement *l'inspiration* et *l'expiration* constitués chacun d'un titre, d'un schéma non légendé utilisant des couleurs (flèches verte et rouge), d'une phrase indiquant la nature du mouvement :

Pendant l'inspiration, le thorax s'agrandit.

Pendant l'expiration le thorax s'aplatit.

DEBORAH - version I-a

De l'inspiration : Maintenant qu'au cours de plusieurs séances, nous avons parlé de la respiration, explique - la à des camarades d'une autre classe qui eux ne l'ont pas encore étudiée.

La respiration

La respiration c'est inspiration et expiration.

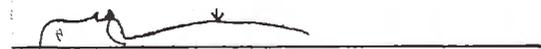
L'inspiration :

Pendant l'inspiration le thorax s'agrandit



L'expiration :

Pendant l'expiration le thorax s'aplatit.

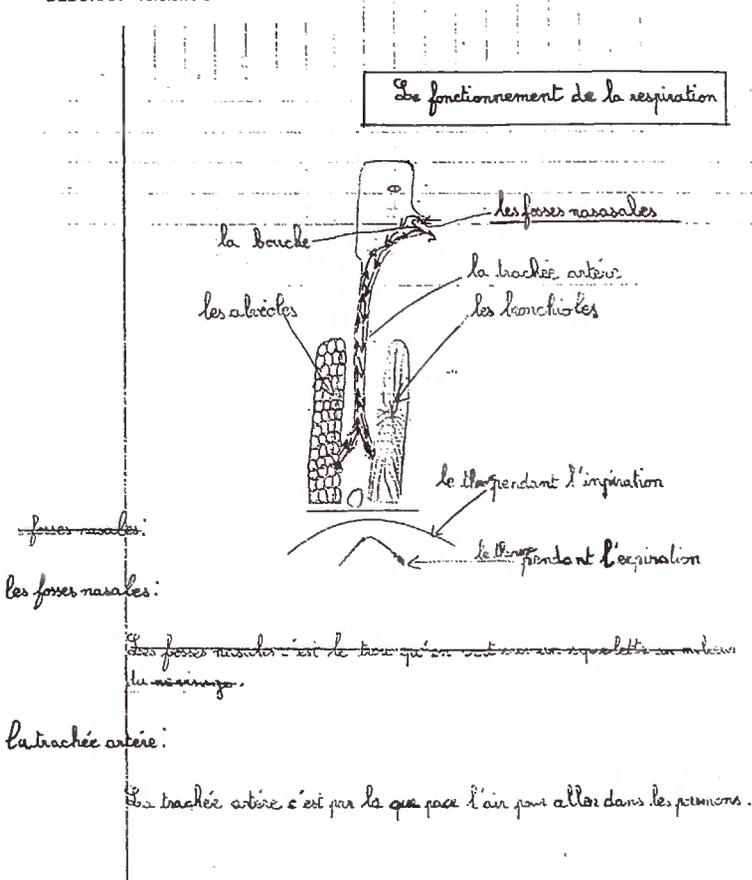


* un schéma intitulé **le fonctionnement de la respiration**, coupe montrant les différents organes intervenant dans la respiration, cette fois légendés.

Le contenu scientifique présenté est **exact** et montre que l'élève a bien compris le mécanisme de la respiration.

De plus, l'élève manifeste qu'elle connaît un certain nombre des **traits caractéristiques des écrits scientifiques** : présence de titres encadrés, de sous-titres soulignés et écrits en rouge, termes techniques soulignés en rouge, utilisation spontanée de schématisations.

DEBORAH - version I-b



La deuxième version du texte a subi des modifications peu importantes à propos du contenu scientifique présenté, qui était satisfaisant dès la première version. Les modifications portent sur la présentation de l'écrit scientifique, en accord avec les critères formulés dans la fiche-guide de réécriture. On peut noter en particulier :

- une amélioration des constructions syntaxiques. La première phrase : **La respiration c'est inspiration et expiration...**

est réécrite de la façon suivante :

La respiration est formé de deux mouvement l'inspiration et l'expiration (les deux termes techniques sont directement écrits en rouge, l'orthographe originale a été conservée). De même, la nominalisation (**pendant l'inspiration...**) est remplacée par une subordonnée temporelle (**quand on inspire**).

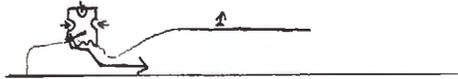
DEBORAH - version II-a

Mardi 20 décembre

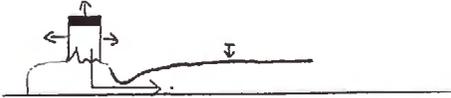
Je réécrit mon texte explicatif sur la respiration, en tenant compte des règles d'écriture.

La respiration

La respiration est formé de deux mouvement l'inspiration et l'expiration. On a vu que quand on inspire le thorax se soulève.



On a aussi vu que quand on expire le thorax s'aplatit.



La légende

→ Par où rentre l'air, et où il va.

☼ Comment est la poche à air.

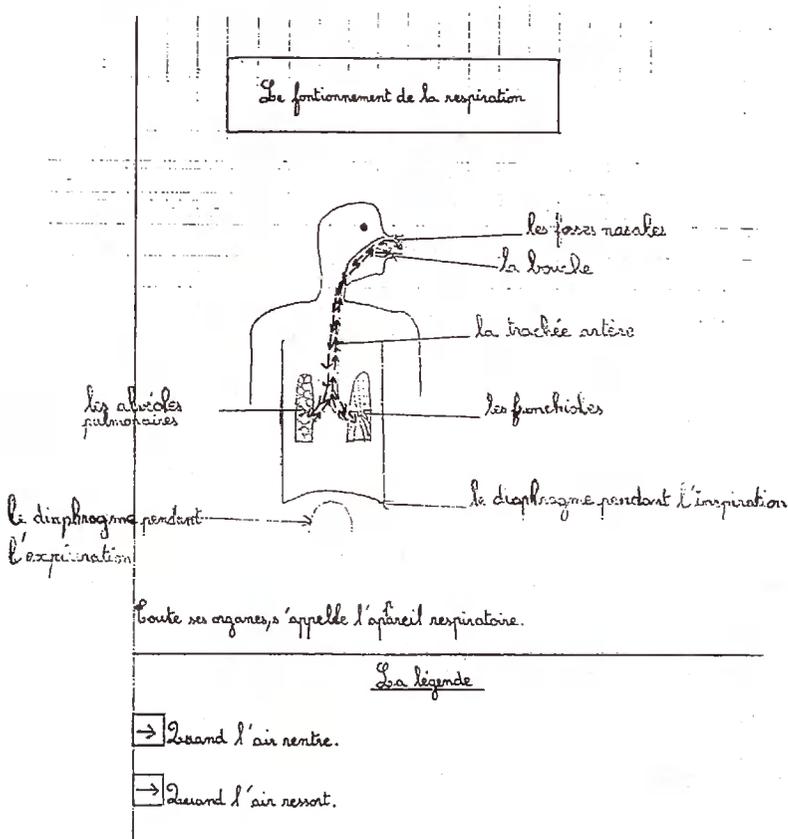
☼ Comment est le ventre.

☼ Ce qui est important.

- Des substitutions lexicales sont réalisées vers une plus grande précision à la recherche du terme propre : **le thorax s'agrandit** est remplacé par le thorax se soulève. De même, **thorax** est remplacé par **diaphragme** sur le second schéma.
- Sur chacun des deux schémas est ajoutée une légende, au demeurant formulée de façon maladroite.

La version finale du texte de Deborah comporte des erreurs orthographiques dues à la copie : **tlorax** pour thorax, **fontionnement** pour fonctionnement, **fronchioles** pour bronchioles, erreurs qui ne figureraient pas dans la version initiale. Toutefois ces erreurs ne dénotent pas une insuffisance des connaissances scientifiques mais des problèmes de tracés graphiques. Elles montrent que le défaut de vigilance peut rendre la seconde version du texte inférieure à la première.

DEBORAH - version II-b



L'élève ne juge pas nécessaire de redoubler son schéma d'un texte explicatif sur le fonctionnement de la respiration indiquant non seulement le trajet de l'air mais aussi le dispositif d'échange entre sang et oxygène dans les alvéoles pulmonaires et les bronchioles. Ces éléments figurent toutefois de façon exacte sur le schéma, ce qui montre que leur rôle a été compris.

Les modifications, minimales en première apparence, et peu nombreuses du fait de la qualité du premier travail réalisé, font apparaître une réelle réflexion de l'élève à la fois sur l'exactitude des connaissances et des termes techniques convoqués et sur les caractéristiques spécifiques des écrits scientifiques. Il reste à travailler la formulation d'un écrit explicatif suivi. Cet objectif n'est pas privilégié par l'enseignante à ce moment de la démarche.

L'écriture et la réécriture d'écrits explicatifs contribuent ainsi à la construction et à la consolidation des connaissances scientifiques.

4. UNE ACTIVITÉ DE LECTURE : COMPARER PLUSIEURS EXPLICATIONS D'UN MÊME PHÉNOMÈNE SCIENTIFIQUE POUR METTRE EN ÉVIDENCE LES DIVERS NIVEAUX DE FORMULATION POSSIBLES

4.1. Présentation des textes : vers une prise en compte des niveaux de formulation et des caractéristiques des textes explicatifs

Les scientifiques distinguent différents niveaux de formulation d'un concept comme celui de respiration en fonction des niveaux scolaires. Les extraits qui vont faire l'objet d'une étude au cours de cette ultime séance de travail sur la respiration sont ainsi à rapporter à leurs usages sociaux.

Les élèves ont pour tâche de dégager traits communs et différences entre ces divers documents.

Le document A est une double page extraite d'un album documentaire pour jeunes enfants, intitulée « À quoi servent les poumons ? » La respiration y est comparée à l'alimentation : « dans l'air, il y a de l'oxygène qui fait fonctionner notre corps tout comme l'eau et la nourriture. La bouche sert à manger les aliments, les poumons à "manger" l'air. Et ils ont toujours faim ». A travers la métaphore de la « faim », est établie une analogie entre la respiration et la nutrition.

Les mouvements respiratoires sont décrits et très simplement schématisés et le mécanisme des échanges entre air et sang est évoqué dans la phrase suivante : « Les poumons absorbent l'oxygène pour le donner au sang, puis rejettent l'air usé ». Il est à noter qu'il a été très difficile de trouver un texte explicatif s'adressant à de jeunes enfants, la plupart des textes documentaires pour cette tranche d'âge étant strictement descriptifs.

Le document B est extrait d'un recueil des *Thèmes Vuibert Biologie* intitulé *Respirer* et présente des dispositifs expérimentaux permettant d'analyser « les échanges gazeux respiratoires », ce qui constitue le titre de la double page. La

respiration y est traitée comme un phénomène chimique sans qu'il y ait représentation des organes respiratoires. Certaines informations sont mises en évidence par l'utilisation de caractères italiques : « l'air expiré trouble l'eau de chaux donc contient du gaz carbonique. Un dosage précis donne le chiffre de 5 %. » Les exemples de respirations évoqués se rapportent à la respiration animale (souris, vers de terre, poisson) : « le courant d'eau sortant par les ouïes du Poisson trouble l'eau de chaux. Il contient donc du gaz carbonique. Ce gaz ne se présente pas sous forme de bulles, il est donc dans l'eau à l'état dissous. Si le Poisson absorbe aussi de l'oxygène, ce gaz ne peut figurer également qu'à l'état dissous. »

Le document C est une page extraite du *Guide Pédagogique Tavernier* destiné aux enseignants de l'école primaire. Il présente la respiration comme « une fonction cellulaire », fruit de la coopération des appareils respiratoire et circulatoire : « La respiration est une fonction cellulaire : les cellules tirent leur énergie de réactions chimiques complexes qui s'accompagnent d'une consommation d'oxygène et d'un rejet de dioxyde de carbone. Ces échanges gazeux sont rendus possibles par la coopération de deux appareils spécialisés fonctionnant en relais : l'appareil respiratoire et l'appareil circulatoire. Soulignons en particulier l'existence d'une surface d'échanges très étendue entre le milieu extérieur et le sang : ce dernier constitue, dans la respiration, un liquide de transport particulièrement efficace. »

Certains éléments sont mis en évidence par l'emploi de caractères gras. Les titrages sont également des points d'appui pour le regard :

11 Quelle ressemblance y a-t-il entre un homme et une automobile ?

12 En résumé

Des activités pédagogiques possibles.

Le seul hors-texte est constitué par la mise en parallèle de deux dessins de tailles équivalentes représentant respectivement un enfant qui court et une voiture ; chaque dessin est assorti de flèches accompagnant des mots : « chaleur », « énergie musculaire », « oxygène », « aliments », « dioxyde de carbone » pour l'enfant, « essence », « oxygène », « dioxyde de carbone », « chaleur », « énergie » pour l'automobile. En effet la métaphore du moteur automobile est utilisée pour rendre compte du fonctionnement de la respiration : « dans un moteur d'automobile, l'énergie qui fait bouger les pistons est fournie par la combustion d'un mélange adéquat d'essence et d'oxygène. De la même façon, l'organisme humain doit continuellement recevoir de l'énergie pour accomplir ses nombreuses fonctions. En plus de l'énergie destinée à la contraction musculaire et au maintien de sa température, l'homme dépense une énergie considérable pour d'autres formes de travail biologique. Cela va de l'énergie nécessaire à la digestion, l'absorption et l'assimilation des aliments, au fonctionnement des diverses glandes, à la transmission des signaux qui vont du cerveau aux muscles, au fonctionnement du cœur et à la contraction des muscles respiratoires... à l'énergie nécessaire à la synthèse des nouveaux composés chimiques aussi bien à l'intérieur du corps d'un enfant en période de croissance que dans le corps d'un adulte ». (D'après F.I. Katch, professeur, Université du Massachussets et W.D. Ardle, professeur, Université de New York).

Quant au document D, il est constitué d'une double page d'un manuel de Biologie de 6^e (Nathan). Il s'intitule, comme le document B, « La respiration : des échanges de gaz avec le milieu ». Par un questionnement guidé à partir de photographies et de schémas, il montre le rôle des organes respiratoires dans les échanges entre le sang et le milieu :

1. *Observez les poumons de la grenouille : sont-ils très irrigués : leur surface vous paraît-elle importante par rapport à la taille de l'animal ?*
 2. *D'après la figure 13 (schématisation intitulée : « les poumons : des surfaces d'échanges entre l'air et le sang »), que se passe-t-il entre l'air et le sang qui irrigue les poumons ?*
- Rappelez les propriétés qu'une bonne surface d'échanges respiratoires, comme un poumon, doit respecter.*

Pour procéder à la construction de la notion de respiration, le manuel demande une comparaison entre la respiration de la grenouille et celle du poisson :

2. *Reproduisez le tableau ci-dessous, et remplissez-le en utilisant vos connaissances sur la respiration du poisson et de la grenouille (mouvements respiratoires, nature gazeuse ou dissoute des éléments échangés, caractères des surfaces d'échanges...).*
- Définissez, en une phrase, la respiration des animaux.*

Les quatre documents sont contrastés en première approche. Il n'est pas question en effet que les élèves procèdent à une lecture exhaustive. Ils sont seulement invités à **indiquer les ressemblances et les différences entre ces divers documents** et à **classer** ces écrits du plus facile au plus difficile en justifiant leurs réponses. Le travail se fait par deux pendant une vingtaine de minutes avant une mise en commun.

4.2. Analyse des réponses des enfants

Les élèves n'ont pas de difficulté à repérer que ces écrits traitent tous de la respiration et s'adressent à des **interlocuteurs différents** : un enfant remarque tout de suite que *le A et le D sont différents parce que la A est pour les petits enfants et le D est difficile*. Ils prennent ainsi conscience de l'importance de la prise en compte des attentes et savoirs supposés chez les destinataires des écrits explicatifs. Il existe en effet plusieurs manières de rendre compte d'un phénomène : la nature du destinataire est décisive dans les choix d'écriture.

Les premières remarques des enfants au cours de la mise en commun opposent souvent un texte à tous les autres : ainsi les textes B et D parlent d'animaux, alors que A et C n'en parlent pas, le document B comporte des *numéros*, ce qui est aussi le cas, après vérification, des documents C et D. Les élèves relèvent tel ou tel mot dans l'un ou l'autre des écrits, se cantonnant à une **exploration très littérale des documents**.

Par ses interventions, la maitresse s'applique à faire dépasser cette observation myope pour **engager une réflexion sur la nature et la destination** des documents. Elle interroge ainsi sur la fonction des « numéros » dans chacun des

écrits, puis guide une analyse plus approfondie des documents. Elle demande ensuite de répondre aux questions suivantes : **Est-ce que les quatre documents parlent de la respiration ? Est-ce qu'ils parlent tous de la même respiration ?** Les enfants ont à justifier leurs réponses en lisant à haute voix un extrait significatif de chacun des documents. Le commentaire de ces extraits est une occasion de reformulation et, dans certains cas, des remises au point nécessaires sur le mécanisme de la respiration. A propos du document D, elle demande ainsi aux enfants de relever le champ lexical de la respiration et met en évidence l'existence des deux types de respirations, pulmonaire et bronchiale. Un élève intervient pour dire qu'y a un truc qu'on a jamais appris : le *dioxygène*. L'enseignante fait une remarque étymologique sur le préfixe *di* et donne rapidement les clarifications nécessaires.

A partir d'une remarque d'élève, *tous ils ont des schémas*, l'enseignante fait préciser la différence entre schéma et dessin. Elle invite ensuite les élèves à formuler exclusivement des remarques sur *la manière dont les documents sont présentés*. Les enfants relèvent la taille des caractères, les variations typographiques, la présence de titres et de sous-titres, la présence selon les cas de dessins, de schémas ou de photographies.

La phase suivante amène à comparer les classements réalisés par les divers groupes : les textes sont étalés sur la table depuis celui qu'ils jugent le plus difficile jusqu'à celui qu'ils jugent le plus facile. Six groupes proposent d'ordonner en B, D, C, A; trois groupes ont choisi D, B, C, A. Une discussion fait apparaître les raisons de la difficulté respective des textes B et D.

La maîtresse renvoie alors les groupes à un jeu de devinette pour *dire à qui s'adresse*, selon eux, *chacun des documents*. Des réponses très variées sont proposées. Si les textes B et D sont donnés pour les CM ou les 6^e/5^e, le document A est proposé pour les CE 2, les CE 1, les 6-7 ans ou les Maternelles de 4-5 ans, de toutes façons des enfants plus jeunes. Le document C, de son côté, laisse perplexes les enfants, dans la mesure où plusieurs niveaux sont évoqués : 5^e pour désigner un extrait de manuel scolaire, CM ou CE pour définir des seuils d'exigence. Les enfants ne devinent pas pour autant qu'il s'agit d'un manuel à destination d'enseignants.

La séance se termine par un jeu d'appariement : les couvertures des livres dans lesquels ont été prélevés ces extraits sont présentées. Les élèves doivent trouver à quel livre revient chacun des textes et justifier les raisons de cette association. L'activité est réalisée oralement collectivement.

Un prolongement, non réalisé faute de temps, aurait pu montrer la réelle intégration du travail fait au bout d'une certaine période : la réalisation en petits groupes d'écrits à faire paraître dans le journal de l'école, rendant compte de la démarche scientifique réalisée et des résultats obtenus pour les autres élèves de l'école et pour les parents. Cette **modification de la situation d'explication et ce changement de destinataire** auraient pu conduire les enfants à adapter leurs explications à leurs interlocuteurs supposés en tenant compte de l'expérience de comparaison d'explications réalisée en lecture.

A travers l'ensemble des activités présentées tout au long de cet article, les **interactions verbales** apparaissent comme une **composante essentielle de la construction des apprentissages dans une démarche scientifique**. Elles ont le plus souvent une visée heuristique : sous la conduite vigilante de l'enseignant, les enfants confrontent leurs conceptions, les mettent à l'épreuve de données expérimentales, verbalisent l'état de leurs réflexions. Les **conduites discursives** induites de cette manière sont **très diverses** : les enfants peuvent être amenés à essayer d'expliquer, de décrire, de justifier leurs représentations ou à réfuter celles de certains de leurs camarades. Le langage porte trace de l'évolution des conceptions. De plus, il est souvent nécessaire de préciser l'acception d'un terme utilisé également en langage trivial. Les interactions orales interviennent également dans la coopération entre deux enfants affrontant la réalisation d'une tâche.

Oral et écrit se complètent de façon dynamique : c'est parce qu'ils se sont engagés antérieurement dans une proposition écrite que les enfants sont d'autant plus ouverts à observer et à critiquer les écrits de leurs camarades. Inversement, les échanges oraux préparent une amélioration des premiers écrits produits. En effet, ils permettent à la fois de procéder à des mises au point sur les contenus notionnels et d'aider à préciser les caractéristiques des écrits à réaliser. Le travail d'écriture facilite à son tour un regard plus attentif sur les écrits scientifiques que les élèves peuvent être amenés à consulter. Ces lectures procurent des informations complémentaires que les élèves peuvent être amenés à synthétiser sous la forme de nouveaux écrits. **Productions orales et productions écrites, écrits à réaliser et écrits à lire** entretiennent donc une dynamique interactive dont chacun profite.

NOTES

- (1) Classe de Josyane SAINT-PAUL, IMF, Ecole d'Application du Stade à Onet le Château (Aveyron).
- (2) *Rhétorique 4 - 7*, cité *ibid.*, p 34.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARISTOTE - *Rhétorique*, Éditions Budé, pp. 4 - 7.
- M. BROSSARD, D. GELPE, G. LAMBELIN, B. NANCY (1990) : « Comparaisons à l'école élémentaire entre deux types de discours : discours d'opinion et discours physique » in *Cahiers du CALAP*, 7/8, *Le jeune enfant et l'explication*, Actes du Colloque International Paris, 18 et 19 Mai 1990, CNRS, Université René Descartes, URA 1031, UFR de Linguistique Générale et Appliquée, pp. 103 - 119.
- DECLERCQ G. (1992) : *L'art d'argumenter*, Éditions Universitaires.
- DUCANCEL G (1991) : Expliquer à l'oral, à l'écrit, en sciences (Cours Moyen 1 et 2) in *Repères*, 3, *Articulation oral/écrit*, INRP, pp. 117 - 141.
- GARCIA-DEBANC C. (1988) : Propositions pour une didactique du texte explicatif in *Aster*, 6, *Les élèves et l'écriture en sciences*, INRP, pp. 129 - 163.
- JOSHUA S. et DUPIN J.-J. (1989) : *Représentations et modélisations : le « débat scientifique » dans la classe et l'apprentissage de la physique*, Berne, Peter Lang, cité par JOSHUA S. et DUPIN J.-J. (1993) : *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*, PUF.
- MARTINAND J.-L. (1986) : *Connaître et transformer la matière*, Berne, P. Lang.
- NONNON E. (1986) : Interactions verbales et développement cognitif chez l'enfant, *Revue Française de Pédagogie*, 74, Janvier-Février-Mars 1986, INRP, pp. 53 - 86.
- C. PONTECORVO (1990) : Opposition, explication et invocation des règles dans la discussion en classe entre enfants de cinq ans in *Cahiers du CALAP*, 7/8, *Le jeune enfant et l'explication*, Ouvr. cité, pp. 55 - 69.
- INRP (1983) : *Éveil scientifique et modes de communication*, Recherches Pédagogiques, 117.
- VÉRIN A., PETERFALVI B. (1994) : Fonctions de l'écriture dans le travail d'obstacles en classe de sciences, in GIORDAN A., MARTINAND J.-L., RAICH-VARG D. (Eds) : *L'alphabétisation scientifique et technique*, Actes des XVI Journées Internationales sur la communication, l'éducation et la culture scientifiques et industrielles de CHAMONIX