
UN MODELE D'APPRENTISSAGE CONSTRUCTIVISTE COMME GUIDE POUR L'ELABORATION D'UN MANUEL SCOLAIRE

Maryline COQUIDÉ-CANTOR
IUFM/Université de Rouen, GDSTC/LIREST (ENS Cachan)
Patricia SCHNEEBERGER
IUFM d'Aquitaine, LADIST (Bordeaux I)

INTRODUCTION

L'usage des manuels scolaires est fréquent dans les classes. En effet, la présence de documents de travail et d'informations diverses font du manuel un outil adapté permettant d'aborder les différents chapitres inscrits aux programmes. L'analyse de chacun de ces ouvrages permet de révéler le modèle pédagogique sous-jacent et les hypothèses sur l'apprentissage qu'il implique.

Notre contribution aux manuels du cycle 2 (*Découverte du monde*) et du cycle 3 (*Sciences et Technologie*) chez Nathan, en collaboration avec des collègues spécialistes d'autres disciplines, nous a offert la possibilité de rendre opérationnel un modèle d'apprentissage constructiviste. A cette occasion, nous avons recherché comment traduire nos options pédagogiques et didactiques en outils concrets pour la préparation et la conduite de l'enseignement scientifique pour l'école primaire.

Dans cet article, nous proposons de préciser les idées qui ont inspiré notre travail et qui ont servi de guide dans la réalisation de l'ensemble pédagogique auquel nous avons collaboré pour l'initiation biologique. Dans une deuxième partie, nous montrerons comment la construction des ouvrages de la collection Gulliver reflète notre façon de penser l'enseignement scientifique. Dans une troisième partie, nous décrirons les contraintes de différentes natures qui limitent la création d'aides didactiques innovantes.

I - LE MODELE D'APPRENTISSAGE DE REFERENCE ET SES APPLICATIONS

Toute action pédagogique s'appuie sur des conceptions plus ou moins implicites sur la façon dont l'élève apprend. Ces idées vont avoir des répercussions sur l'organisation de l'enseignement et orienter l'enseignant dans ses décisions. Il en

est de même pour les auteurs de manuels qui se réfèrent eux aussi à certaines hypothèses sur la manière dont les connaissances se construisent en classe.

L'équipe des auteurs de la collection Gulliver s'est inspirée des résultats de la recherche en didactique des sciences, pour tenter de construire un ouvrage qui permette de favoriser l'appropriation de savoirs scientifiques. Pour cela, nous avons utilisé comme guide un modèle d'apprentissage de type constructiviste, en essayant d'être en cohérence avec les options sur lesquelles il repose.

1 - L'ÉLÈVE DOIT ÊTRE ACTIF

Depuis Piaget, de nombreux auteurs ont monté l'importance de l'action dans l'apprentissage (Vergnaud, 1987). Le développement de l'intelligence dépend non seulement de facteurs liés à la maturation de l'enfant mais aussi de l'expérience acquise au cours des interactions avec son environnement.

Il en résulte que l'enseignement doit inclure des situations faisant appel à l'activité propre de l'élève. Il ne s'agit pas cependant de proposer de simples manipulations mais de favoriser la dialectique pensée-action par des va-et-vient entre le concret des êtres vivants et l'abstrait des concepts biologiques.

C'est dans cette perspective que l'idée de placer l'enfant au centre du processus d'apprentissage peut trouver son sens. L'élève, en effet, construit seul son savoir et le rôle de l'enseignant va consister à réunir les conditions nécessaires pour rendre possible cette construction en organisant des situations appropriées. Cela implique de renoncer aux pédagogies transmissives qui supposent un apprentissage par simple mémorisation d'informations fournies par le maître.

En plus des acquisitions conceptuelles, le développement de compétences méthodologiques et d'attitudes constitue un des objectifs de l'enseignement scientifique (Giordan et al., 1987 ; Astolfi, Peterfalvi, Vérin, 1991). En confrontant les élèves à des situations variées impliquant l'action et la réflexion, on leur donne l'occasion d'apprendre à s'étonner, à se questionner mais aussi à conduire des observations, des expérimentations, des comparaisons, des classements, etc... Une pédagogie qui repose sur l'activité de l'élève permet donc de travailler des objectifs de différents ordres.

2 - LE SAVOIR VIENT EN RÉPONSE À UNE QUESTION

A propos des manuels, J.-P. Astolfi fait la critique suivante : *«Ceux-ci ne proposent aux élèves que des savoirs propositionnels, c'est-à-dire une suite de contenus, d'où ont disparu toute hiérarchie, toute modélisation, toute problématique»*. En cela, les manuels reflètent assez bien les pratiques pédagogiques les plus courantes faisant du savoir scolaire un ensemble de vérités intangibles. Or les travaux de toute l'épistémologie moderne ont souligné l'existence du questionnement originel, suivant ainsi l'affirmation de G. Bachelard (1938) :

«*Pour un esprit scientifique, toute connaissance est une réponse à une question. S'il n'y a pas eu de question, il ne peut y avoir connaissance scientifique. Rien ne va de soi. Rien n'est donné. Tout est construit.*»

Une telle position conduit à reconsidérer ce qu'on désigne sous le terme de discipline scolaire afin de l'envisager sous l'angle des questions théoriques qu'elle développe pour interroger le réel. Il est important de ne pas perdre de vue cet aspect problématique du savoir afin de réaliser l'émergence des disciplines du cycle 2 au cycle 3, conformément à ce que demandent les programmes d'enseignement.

Par ailleurs, dans le cadre constructiviste qui nous sert de référence, pour qu'il y ait apprentissage il faut que l'élève reconnaisse la nouvelle connaissance comme un moyen de répondre à une question. En effet, pour être assimilé, le savoir doit avoir du sens pour l'élève ; c'est une des conditions pour que l'élève se sente véritablement impliqué et qu'il devienne actif. Or ce qui donne du sens aux concepts ce sont justement les problèmes qu'ils permettent de résoudre.

Notons cependant que les questions des élèves portent souvent sur des problèmes pratiques (comment installer un aquarium ?, quels sont les soins à apporter aux plantes ou aux animaux de la classe ?, ...) alors que les problèmes scientifiques sont d'ordre théorique. L'enjeu est donc différent : dans un cas, il s'agit de remédier à une difficulté, dans l'autre cas de résoudre une sorte d'énigme. L'enseignant doit donc aider les élèves à faire évoluer leur questionnement pour construire un véritable problème scientifique. Les activités qu'il proposera alors aux élèves en vue de chercher une solution permettront d'obtenir un progrès intellectuel.

3 - LES ÉLÈVES ONT DES IDÉES A PRIORI

Nul n'ignore plus maintenant l'existence et le pouvoir de résistance des conceptions des élèves (Giordan et De Vecchi, 1987 ; Astolfi, 1992). Avant d'aborder un apprentissage, les élèves ont déjà des idées plus ou moins précises à propos des phénomènes qu'on leur propose d'étudier. Ils ont en effet élaboré, souvent pour répondre à des problèmes de la vie quotidienne, des modèles explicatifs généralement erronés auxquelles ils tiennent. Ces conceptions peuvent ainsi constituer un frein à l'apprentissage en venant concurrencer les explications apportées en classe. L'enseignant peut aider les élèves à modifier leurs conceptions en effectuant une réorganisation intellectuelle.

Pour accéder à la pensée scientifique, les élèves doivent opérer une sorte de conversion de la pensée en renonçant à leurs idées *a priori*. Cette rupture est nécessaire et l'enseignant peut la favoriser en s'appuyant sur différentes étapes de la démarche pédagogique. Il faut d'abord connaître les conceptions des élèves et donc les faire apparaître en favorisant leur expression. A cette occasion, l'élève prend conscience de ses conceptions, il peut les comparer à celles de ses camarades. L'enseignant peut alors proposer des situations permettant de favoriser la remise en cause des idées préconçues en utilisant différents moyens : confrontation entre différentes explications, mise à l'épreuve par l'observation ou l'expérimentation.

L'enseignant vérifie que l'apprentissage débouche sur des acquisitions durables en évaluant les progrès des élèves. L'évolution des conceptions des élèves constitue un bon indicateur pour repérer les obstacles qu'ils ont franchis et ceux qui subsistent.

4 - LE SAVOIR SE CONSTRUIT PROGRESSIVEMENT

Contrairement à ce que défendent les épistémologies positivistes, les concepts ne s'élaborent pas par simple addition ou juxtaposition d'informations. L'histoire des sciences montre en effet que le savoir se construit par des remaniements successifs en dépassant une série d'obstacles (Bachelard, Canguilhem). On peut penser qu'il en est de même pour l'apprentissage, l'acquisition des connaissances résultant là aussi d'une lente transformation.

Piaget a décrit l'élaboration d'un nouveau savoir comme une succession d'états d'équilibre et de déséquilibre aboutissant à une réorganisation des connaissances. Les modèles constructivistes se basent aussi sur l'hypothèse d'une construction progressive des connaissances exigeant la remise en cause des conceptions des élèves.

Il résulte de ce postulat que la simple observation des faits ne conduit pas directement aux concepts : un travail de longue haleine doit être proposé pour permettre aux élèves de parvenir à un premier palier de connaissances identifiables. Cela suppose d'organiser différents moments dans une séquence d'apprentissage de façon à favoriser la structuration des acquisitions.

Dans le guide du maître correspondant au cycle 3 de la collection Gulliver, J.-P. Astolfi propose une structure en deux temps : un temps pour l'identification des acquis ponctuels, un temps pour la mise en relation d'éléments établis à des moments différents.

Par ailleurs, l'apprentissage exige que les élèves puissent séparer les modèles en construction des exemples et des situations qui ont permis de les élaborer afin d'apprendre à leur donner une valeur générale (Martinand et al., 1992). Pour cela, l'enseignant peut envisager une reprise successive des mêmes notions dans des contextes différents, condition indispensable pour obtenir des acquisitions réinvestissables.

L'idée d'une structuration progressive de l'acquis conduit à construire plusieurs concepts en même temps. En effet, les concepts ne sont pas isolés, ils appartiennent à des champs conceptuels caractérisés par des réseaux complexes de relations logiques de différentes natures. Il s'ensuit que l'enseignant a intérêt à appréhender le savoir selon une approche systémique afin de mieux prévoir les différents itinéraires d'apprentissage possibles.

5 - ON N'APPREND PAS TOUT SEUL

De nombreux chercheurs ont montré le rôle de l'interaction sociale dans l'apprentissage, qu'il s'agisse des relations maîtres-élèves ou des relations entre

élèves (Vygotski, dans les années 1930 puis redécouvert en 1980 ; Perret-Clermont et Mugny, 1985).

Les moments de discussion dans la classe conduisent souvent à la confrontation entre des points de vue différents. Ces situations peuvent alors provoquer des débats susceptibles d'engendrer des progrès intellectuels significatifs. A ce propos, J.-P. Astolfi souligne : «*Cette interaction oblige chacun à se décentrer de son point de vue personnel, à débattre et argumenter avec les autres, à prendre en compte les avis différents pour construire ensemble une explication nouvelle* » (guide du maître, cycle 3). Il est donc important que l'enseignant sache exploiter les conflits socio-cognitifs pour en faire un moteur de l'apprentissage.

Par ailleurs, le débat d'idées dans la classe incite certains élèves à reprendre les explications proposées par leurs camarades. Les échanges entre élèves peuvent être particulièrement efficaces et fructueux. Il semble, en effet, que les apprenants s'approprient mieux les idées émises par leurs pairs parce qu'elles correspondent à leur mode de raisonnement. Les explications du maître auraient, au contraire, moins de chance d'être intégrées par les élèves et de les faire progresser. L'enseignant peut donc tenir compte de cela pour régler le travail collectif de la classe et moduler ses interventions.

6 - LES PRODUCTIONS ÉCRITES SONT INDISPENSABLES

Pour pouvoir revenir à tout moment sur ce qu'on a fait, il faut pouvoir disposer de traces écrites produites au cours des activités. Ces écrits ont des formes et des fonctions variées ; il peut s'agir de productions individuelles, de notes correspondant aux travaux de groupe, de résumés établis collectivement. Qu'il s'agisse de textes ou de réalisations graphiques, l'écrit constitue une aide indispensable pour les apprentissages scientifiques (Revue INRP *Aster* n°6, 1988). Il permet en effet de faire des comparaisons, d'établir des liens entre des acquis ponctuels, de réorganiser ses idées. La structuration des acquisitions repose sur ces opérations qui ne sont pas réalisables sans le support de l'écrit.

Le recours à l'écrit est nécessaire pour identifier les acquis et apprendre à les systématiser. Il est donc important, dans le cadre des activités scientifiques, d'entraîner les élèves à produire des écrits variés et à les reprendre, éventuellement en employant d'autres codes. C'est à ce prix qu'on aidera les élèves à progresser, en les obligeant à préciser leurs idées et à pousser plus loin leur réflexion. Les traces écrites peuvent, en effet, servir de supports pour revenir sur ce qu'on a fait, pour favoriser le débat, pour préparer l'argumentation dans la discussion, pour élaborer des synthèses. Il faut donc les conserver pour pouvoir, au moment propice, les utiliser.

Notons que les activités scientifiques constituent également un point d'appui pour développer l'apprentissage de la langue. Elles fournissent aux élèves de multiples occasions de réinvestir leurs compétences langagières et de les approfondir. Elles permettent de donner du sens aux activités de lecture et d'écriture.

II - LA CONCEPTION DES MANUELS DE SCIENCES DE LA COLLECTION GULLIVER

Notre façon de penser l'enseignement des sciences à l'école primaire a fortement influencé notre travail d'auteurs. Quelles conséquences un tel modèle d'apprentissage peut-il avoir dans la conception d'ouvrages scolaires ?

1 - LES OBJECTIFS ANNONCÉS

A l'école primaire, les élèves apprennent à différencier les différentes disciplines en découvrant progressivement les démarches, les méthodes, les techniques spécifiques de chaque domaine. Partant d'une approche globale au cycle 2 (*Découverte du monde*), ils accèdent ainsi aux premiers apprentissages scientifiques au cycle 3 (*Sciences et Technologie*).

Pour cela, nous proposons de confronter les élèves à une grande variété d'objets et de phénomènes biologiques, afin de développer chez eux un référent empirique. D'autre part les situations proposées sont diversifiées afin de solliciter la motivation, de développer des compétences variées et d'obtenir des progrès intellectuels.

Nous sollicitons des pratiques sociales de référence (Martinand, 1986) telles le jardinage, les activités sportives, les visites médicales, les pratiques de consommation, et nous sommes attentives à un ancrage culturel (Arts, Histoire, Histoire des Sciences et des Techniques en particulier).

Un des objectifs de la Collection est de parvenir à un premier palier de connaissances identifiables. Au cycle 2, il s'agit d'approfondir et d'élargir les connaissances acquises au cycle 1 ; au cycle 3, il faut viser la construction d'un savoir scientifique sur lequel on devra pouvoir compter au collège. Notre souci essentiel est de favoriser la transformation des conceptions initiales des élèves afin de parvenir à des savoirs plus objectifs. Cette évolution suppose qu'on procède par étape, en prévoyant des niveaux de conceptualisation. Dans cette perspective, certains sujets d'étude sont repris dans les différents manuels ou cahiers d'activités afin de permettre une approche par approximations successives.

Si les activités proposées aux élèves doivent déboucher sur des apprentissages conceptuels, le développement d'attitudes scientifiques reste une des priorités de l'enseignement des sciences à l'école primaire. Il est important d'apprendre aux élèves à s'étonner, à se questionner, à remettre en cause leurs idées a priori. Nous proposons donc des situations susceptibles de provoquer le questionnement et de susciter des recherches. Le rôle de l'enseignant reste cependant primordial : il doit en effet aider les élèves à transformer leurs interrogations pour construire un problème scientifique. Cela nécessite un détour qui s'avère indispensable si on veut dégager des explications d'ordre général.

2 - DES OUTILS COMPLÉMENTAIRES

Les différents ouvrages de la collection Gulliver (manuels de l'élève, cahiers d'activités, guides pédagogiques) proposent des activités qui doivent permettre d'atteindre les objectifs annoncés par les auteurs. Ces outils pédagogiques sont complémentaires et sont organisés selon une logique autorisant plusieurs parcours, pour l'enfant et pour l'enseignant.

Toutefois, une démarche est suggérée, comprenant plusieurs phases :

- phase de sensibilisation avec émergence des conceptions et d'un questionnement ,
- phase d'exploration,
- phase d'investigation et d'expérimentation,
- phase de réflexion,
- phase de synthèse débouchant sur un bilan écrit.

Ce tableau (fig 1) fait apparaître que l'utilisation du manuel et du cahier d'activités interviennent à des moments variés et différents de la démarche car ils servent de supports à des activités qui correspondent à des moments distincts du parcours de l'élève.

fig. 1 Exemple simplifié de « parcours scientifique »

	1. Sensibilisation	2. Exploration	3. Investigation	4. Réflexion	5. Synthèse
objectifs	échange oral/ questionnement premières émergences de représentations « Des conceptions à faire évoluer »	travail sur les représentations des enfants « Une conversion de la pensée »	formulation du problè- me « Le problème et l'obs- tacle » expériences « Agir puis réfléchir »	compte-rendu d'expérimentation et élargissement « On n'apprend pas tout seul »	bilan écrit « Ni tout construire, ni tout donner »
outils pédagogiques	livre de l'élève pages documentaires	cahier de sciences ou de brouillon ♦ traces écrites	guide pédagogique • fiches pédagogiques • matériel (expérience) • suggestion dans le livre de l'élève ♦ pages documentaires	livre de l'élève • pages encyclopédiques cahier d'activités • pages 1 et 2 de chaque séquence	cahier d'activités page 3 ♦ représentations modifiées de l'enfant ♦ cahier de sciences ou de brouillon

Guide pédagogique cycle III, niveau 3, p.12

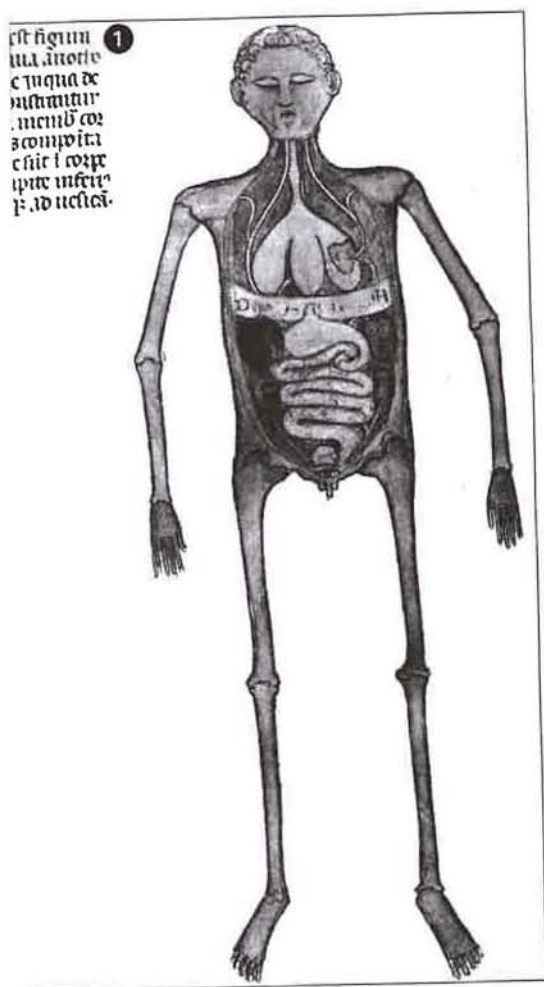
Prenons l'exemple des manuels du cycle 3 : chaque chapitre présente deux parties, chacune ayant une fonction spécifique. La première partie comprend des documents iconographiques de deux types :

- des documents « déclencheurs » (exemple fig 2a) et des documents incitatifs (exemple fig 2b) qui ont pour but de faire émerger les conceptions des enfants et de conduire les élèves à s'interroger,
- des documents à analyser et à comprendre (exemple fig 3a et fig 3 b.)

7 L'intérieur du corps humain

Depuis l'Antiquité, de nombreux médecins et savants se sont intéressés à l'exploration du corps humain pour mieux soigner les malades et les blessés.

Enquête sur l'un d'entre eux. Cherche à quelle époque il vivait et quels travaux il a réalisés. Aide-toi de l'encyclopédie page 73.



S'approvisionner en air



◆ Avec ce dispositif, on peut mesurer la quantité d'air que l'on fait entrer dans les poumons.

▫ Essaye de reproduire ce dispositif. Fais attention qu'au départ le bocal soit complètement rempli d'eau.

Qu'est-ce qui est recueilli dans le haut du bocal ? D'où vient-il ?

Est-ce qu'on obtient toujours le même volume ?

Figure 2b

Manuel de l'élève, cycle 3, niveau 2 et 3, p. 48

◆ Avant de disposer de techniques bien fiables, l'observation des animaux sacrifiés pour les cérémonies religieuses servait autrefois pour imaginer l'intérieur du corps humain. C'est pourquoi les premières représentations étaient encore maladroites.

À ton avis, quels organes a-t-on voulu représenter sur ces documents ?

48

Figure 2a

Manuel de l'élève, cycle 3, niveau 2 et 3, p. 38

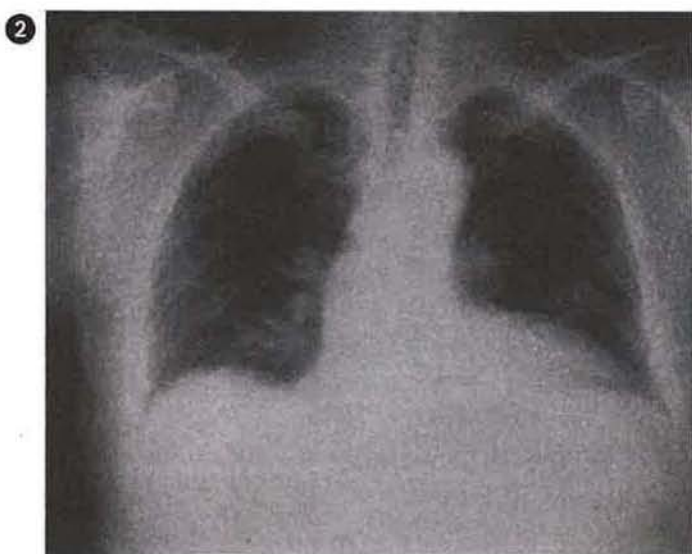
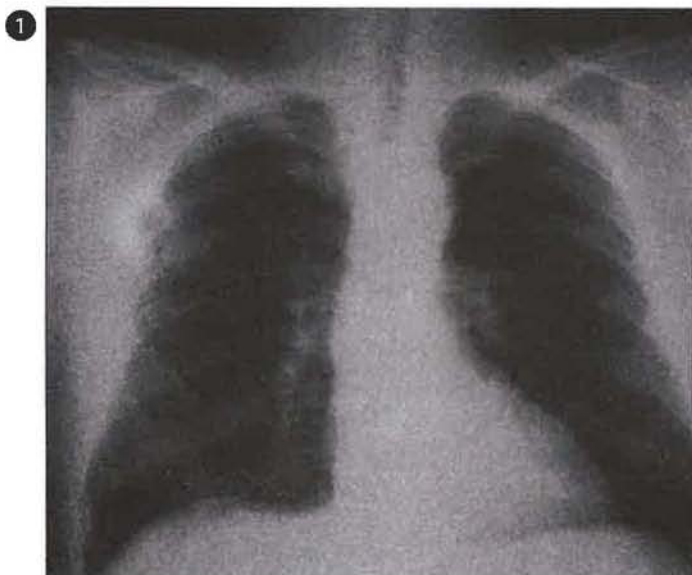
4 Explorer l'appareil respiratoire

Jusqu'au siècle dernier, pour voir si une personne était encore en vie, on lui mettait un miroir sous les narines.

Que cherchait-on à vérifier ?

Si le miroir se couvrait de buée, on était sûr de quoi ?

À l'aide d'un dessin, explique où va, selon toi, l'air que tu respires



◆ Ces deux documents sont des clichés radiographiques. Tu en as peut-être d'autres chez toi. Il s'agit de deux radios d'une même personne prises à deux moments différents. Ces photos sont réduites 4 fois par rapport à la grandeur normale.

Cherche quelle région du corps est représentée sur ces radios.

Sens bien tes os de devant et de derrière avec les doigts sur le thorax.

Ce sont les côtes. Elles s'accrochent devant sur un os plat, le sternum. L'ensemble de ces os forme la cage thoracique

Respire profondément en posant ta main sur ton thorax.

À quel mouvement respiratoire correspond la première radio ?

À quel mouvement respiratoire correspond la deuxième radio ?

3

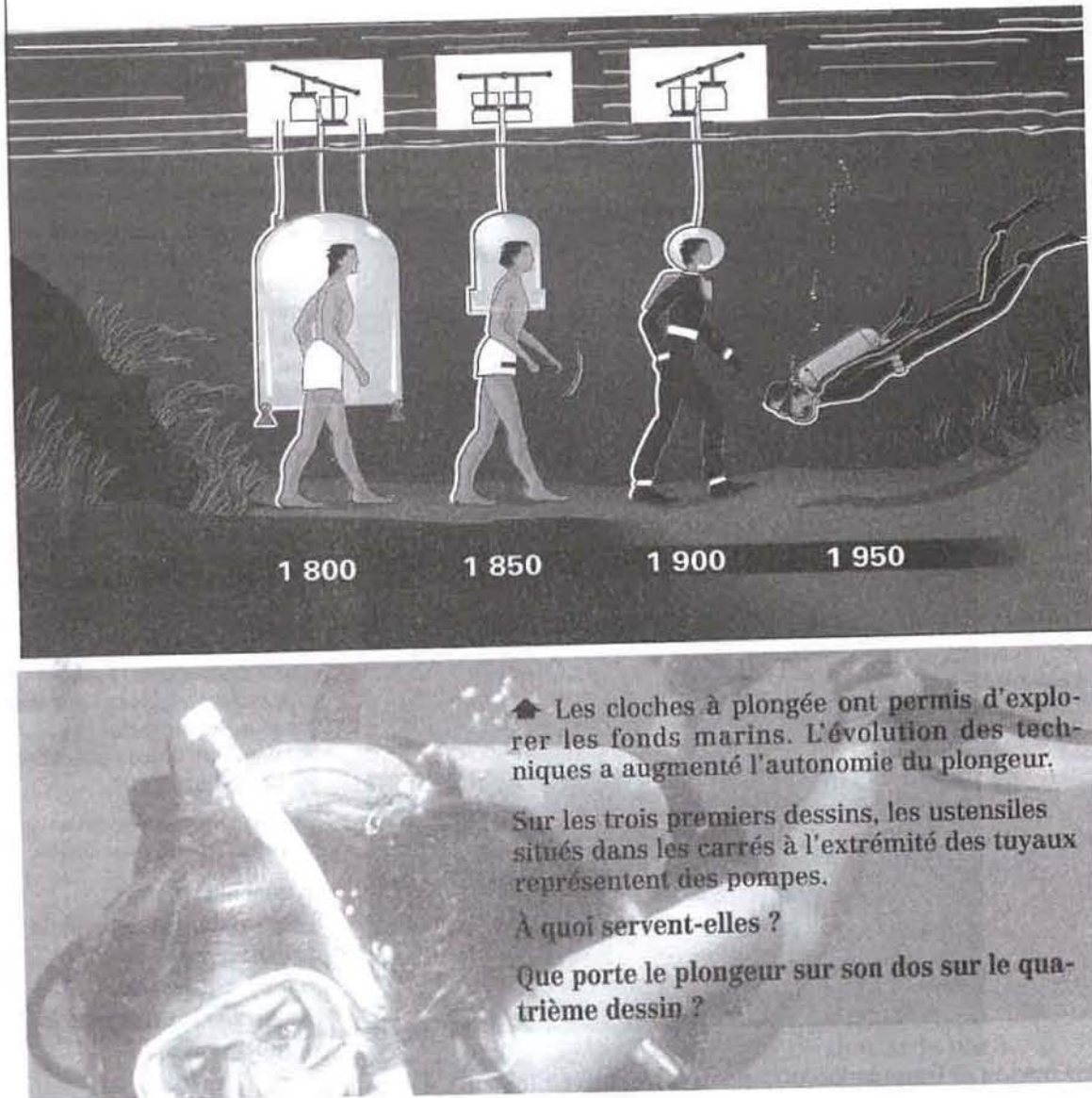


Figure 3b

Manuel de l'élève, cycle 3, niveau 2 et 3, p. 39

Une deuxième partie «encyclopédique» apporte des informations répondant aux questions posées dans la première partie (exemple fig 4) et fournit des éléments qui serviront à construire les savoirs scientifiques (phase de réflexion). Elle contient également des fiches techniques qui ont pour but l'appropriation de savoir-faire scientifiques et techniques (exemple fig 5).

Quand on s'élève en altitude, on peut être atteint du mal des montagnes. La tête bourdonne, on peut avoir des vertiges.

■ Cherche pourquoi on a du mal à respirer. Aide-toi de l'encyclopédie page 67.

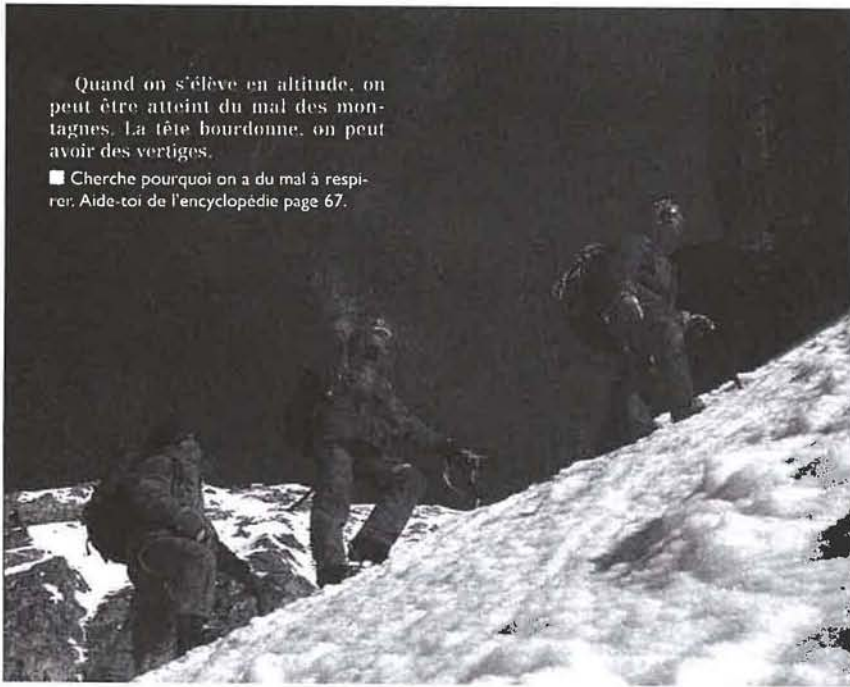


Figure 4

Manuel de l'élève, cycle 3, niveau 2 et 3, p. 38 et 67

LE MAL DES MONTAGNES

Quand on s'élève en altitude, le poids de la colonne d'air au-dessus de la tête diminue. Les gaz sont moins comprimés et ils se raréfient.

À 3 000 m, l'oxygène disponible est réduit d'un tiers par rapport au niveau de la mer.

À 5 000 m, il est réduit de moitié, et à 8 000 m des deux tiers.

L'oxygène est un gaz indispensable aux êtres vivants. Il constitue 21 pour cent de l'atmosphère terrestre. Que ce taux s'abaisse à 17 pour cent et nous commençons à avoir des vertiges. À 9 pour cent, nous nous évanouissons. Entre 7 et 3 pour cent commence la mort par asphyxie. Les premiers passagers des ballons dirigeables ont bien souvent payé de leur vie ces constatations.

Grossir pour mieux observer

Une loupe est une simple lentille de verre bombée. Elle peut grossir jusqu'à 20 fois.

Avec une loupe binoculaire, on utilise les deux yeux. L'objet observé est grossi jusqu'à 200 fois.

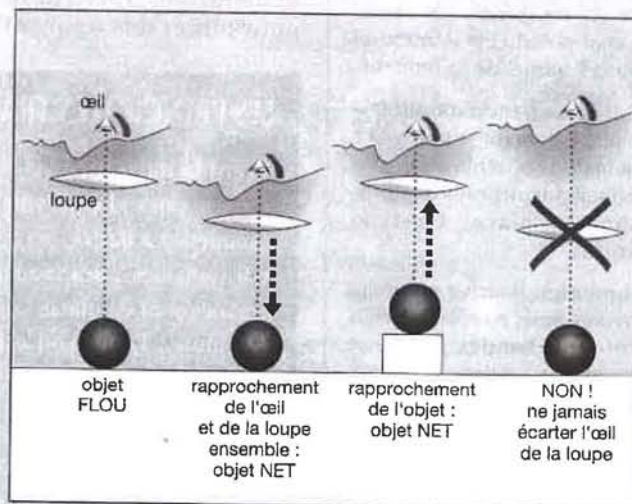


Figure 5

Manuel de l'élève, cycle 3, niveau 2 et 3, p. 72

Les cahiers d'activités du cycle 3 proposent des exercices qui offrent d'autres situations de réflexion et d'apprentissage. Ils vont permettre :

- d'une part de développer des compétences méthodologiques (être capable de prélever des informations et d'analyser des radios dans l'exemple fig 6),
- d'autre part de renforcer la structuration des savoirs (exemple fig 7).

6 Explorer l'appareil respiratoire

■ Livre de l'élève pages 36 à 39
Le corps humain 4

1 Je sais lire une radiographie.

Utilise les radiographies de la page 36.

Quelle région du corps a été radiographiée ? Entoure la bonne réponse.

tête thorax abdomen membre

De quelle couleur apparaît l'air qui entoure la personne radiographiée ?

.....

Où retrouves-tu cette couleur ?

Que peux-tu en déduire ?

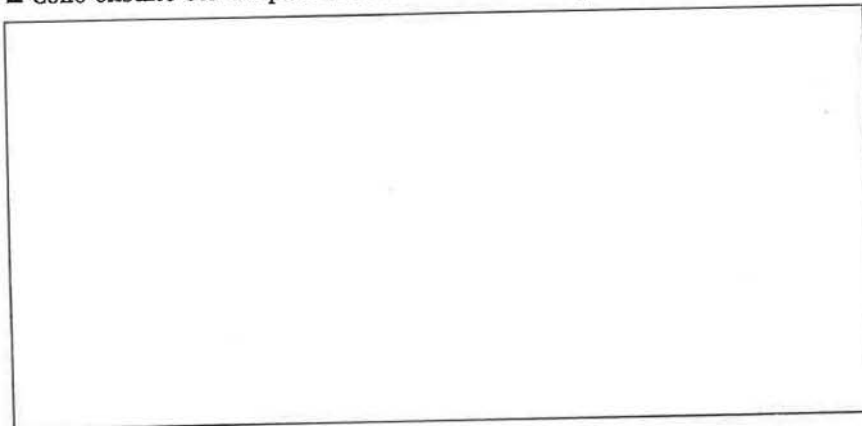
.....

.....

2 Inspiration et expiration.

■ Sur un papier calque, reporte les contours du corps et ceux des poumons pour chacune des radios.

■ Colle ensuite ces calques ci-dessous. Mets des légendes.



À quel mouvement respiratoire correspond la radiographie 1 ?

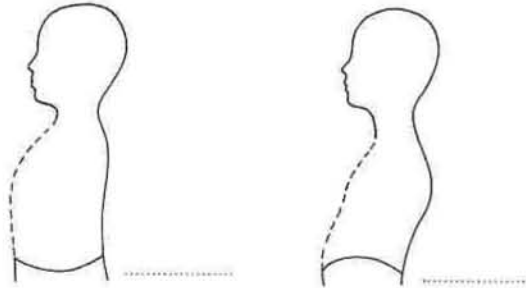
À quel mouvement respiratoire correspond la radiographie 2 ?

Figure 6

3 Que se passe-t-il quand j'inspire et quand j'expire ?

■ Complète ces schémas :

- indique, sous chaque dessin, à quel moment de la respiration il correspond.
- représente par une flèche si l'air entre ou sort.
- schématise par un ballon plus ou moins gros si les poumons sont comprimés ou dilatés.



3 Comment circule l'oxygène dans mon corps ?

Complète ce schéma en représentant par des flèches le trajet de l'oxygène dans ton corps.

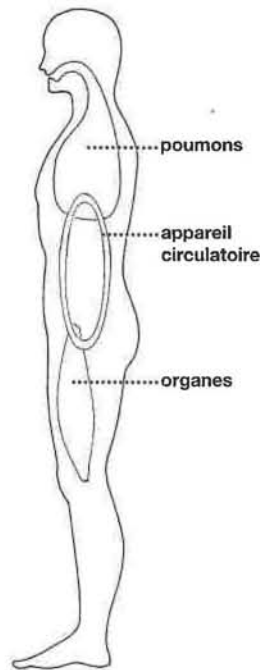


Figure 7

Cahier d'activité cycle 3, niveau 2, p. 15 et 20

Enfin, le guide pédagogique complète l'ensemble par :

- des informations sur les conceptions des élèves et les obstacles éventuels à l'apprentissage,
- des mises au point sur les contenus notionnels et des explications sur les documents proposés dans le manuel,
- des données portant sur la conduite des activités et en particulier sur la phase d'investigation et d'expérimentation.

3 - LE DIALOGUE AVEC LE RÉEL

Les activités scientifiques entretiennent toujours un rapport avec le monde de la réalité concrète. Dans le dialogue avec le réel qu'elles autorisent, le monde naturel sert de point de départ à une réflexion qui va permettre à l'élève, en retour, de mieux comprendre les objets et les phénomènes. Nous avons essayé de ne pas perdre de vue cette dimension des apprentissages scientifiques en choisissant des documents qui renvoient à une réalité connue des enfants. Nous avons préféré ainsi prendre des exemples de milieux ou d'êtres vivants que les élèves peuvent rencontrer dans leur environnement proche, en évitant les cas exotiques, pourtant parfois plus spectaculaires. Il nous paraît important d'apprendre aux enfants à s'étonner face aux objets et aux événements, même les plus familiers.

Les manuels scolaires, de part leur mode de conception habituel, ne sont pas des outils bien adaptés pour rester en prise avec la réalité empirique : les documents utilisés servent simplement de prétextes à l'introduction de savoirs élaborés. C'est la raison pour laquelle nous avons pris le parti de séparer les documents à analyser et les informations brutes, regroupées dans la partie encyclopédique. C'est donc à l'élève qu'il revient de faire le lien entre le monde des observables et l'abstrait des concepts que l'on essaie de leur faire construire. Pour contribuer à cet apprentissage de l'abstraction, nous avons prévu des activités qui mettent réellement l'élève en situation de réaliser des observations, des manipulations, des expérimentations, des mesures. Sans ce contact avec le monde réel, on ne peut espérer donner un sens aux savoirs qui sont en jeu dans l'enseignement des sciences.

4 - DES IDÉES DE PROGRESSION

Le guide pédagogique est conçu comme un outil de préparation de la classe. Il fournit différentes informations utiles pour construire et conduire les séquences d'enseignement en utilisant le manuel et les cahiers d'activités comme support.

En effet, le manuel scolaire ne permet pas de satisfaire tous les objectifs d'une formation scientifique et le rôle de l'enseignant dans les apprentissages scientifiques demeure fondamental. Cependant, les pratiques sont variées d'un enseignant à l'autre et nous proposons une logique d'usage des manuels et des cahiers qui permette le maximum de souplesse et de liberté.

Etant donnée l'importance que nous accordons à la prise en compte des conceptions des élèves, nous présentons également dans ce guide les conceptions les mieux connues. En réalité, les conceptions des élèves sont diverses et variées et il est difficile de prévoir tout à fait celles qui vont apparaître dans sa classe. Les informations que nous donnons sont davantage une incitation à faire émerger les conceptions des élèves de sa classe et une aide pour les analyser. Nous espérons ainsi que l'enseignant accordera un statut véritable aux idées des élèves, même s'il les considère comme saugrenues.

En proposant des exploitations possibles des documents ou des idées d'activités complémentaires, le guide pédagogique aide l'enseignant à orienter ses élèves vers de véritables problèmes scientifiques et à organiser les recherches nécessaires.

Des fiches pédagogiques donnent des exemples de démarches et permettent de voir comment on peut combiner plusieurs activités de façon à atteindre les différentes catégories d'objectifs (exemple fig 8). Elles décrivent en particulier quelques investigations qui peuvent être conduites en classe en les replaçant dans le contexte de la recherche qui les justifie (exemple fig 9).

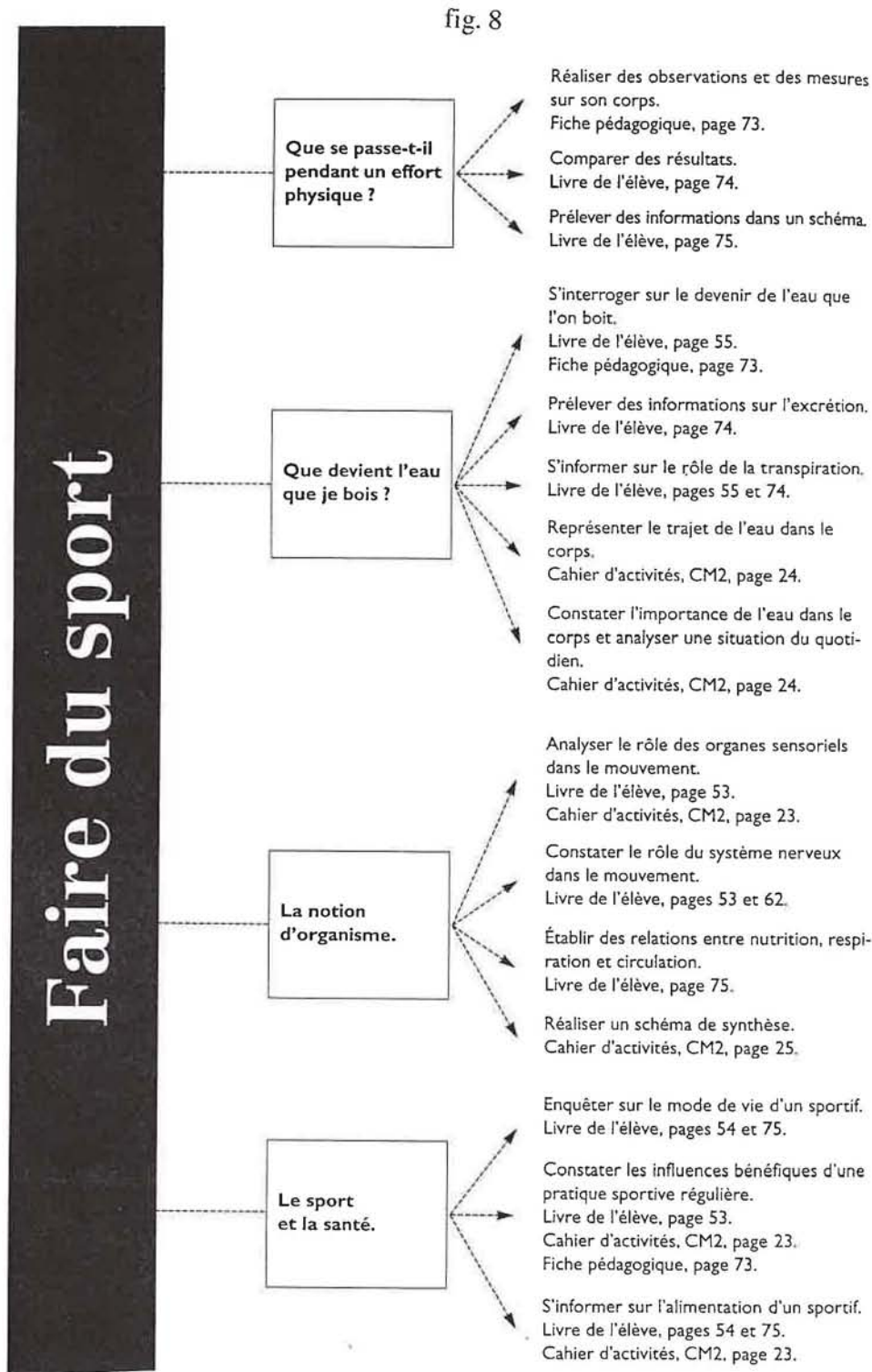


fig. 9



Faire du sport

Quand je cours

.....

OBJECTIFS :

- mesurer des modifications au cours d'un exercice physique,
- réaliser des tableaux et des graphiques,
- comparer des résultats pour constater des différences individuelles,
- comparer des résultats pour constater l'adaptation à l'effort,
- comparer des résultats à long terme pour constater les bienfaits d'une pratique sportive régulière.

MATÉRIEL :

- chronomètre ou montre avec trotteuse.

Consignes :

Cette activité sera de préférence réalisée en liaison avec un cycle d'endurance en éducation physique.

DÉROULEMENT :

Phase 1 : situation déclenchante

À la suite d'un exercice physique, interroger les élèves sur les sensations physiques et sur les modifications apparentes. Cet entretien rapide doit per-

mettre de faire naître le besoin d'être plus attentif à ces modifications et le besoin d'effectuer des mesures.

Phase 2 : mesures du rythme respiratoire et du rythme cardiaque

• Faire réinvestir les notions de rythme respiratoire et rythme cardiaque (voir les chapitres « Explorer l'appareil respiratoire » et « Le sang un liquide particulier ») : ce que c'est, comment on peut les mesurer.

Rythme respiratoire : nombre d'inspirations en une minute.

Rythme cardiaque : nombre de fois que le cœur bat en une minute. Il peut être mesuré par le pouls (voir le chapitre « Le sang un liquide particulier »).

• Faire mesurer le rythme respiratoire :
 - juste après avoir couru longtemps,
 - 5 minutes après,
 - 10 minutes après.

• Faire mesurer le rythme cardiaque :
 - juste après avoir couru longtemps,
 - 5 minutes après,
 - 10 minutes après.

• Proposer cette activité plusieurs fois au cours d'un cycle d'endurance.

Phase 3 : communication et comparaison des résultats

- Faire reporter soigneusement toutes ces mesures dans un tableau.
- Faire éventuellement communiquer les résultats sous la forme d'un graphique.
- Faire comparer les mesures individuelles avant,

pendant et après l'effort (utiliser les résultats de la fiche « Je sens mon cœur battre »).

- Faire comparer les mesures entre élèves pour constater des variations individuelles.

Phase 4 : structuration

- Comparer avec les résultats du livre de l'élève page 74 pour constater l'adaptation de l'organisme.
- Faire comparer les résultats individuels tout au long de ce cycle pour constater les influences béné-

ficiques d'une pratique sportive régulière sur le temps de récupération. Avec l'entraînement physique le cœur, qui est un muscle, devient plus efficace et l'organisme s'adapte plus facilement à l'effort.

Certaines investigations reposent sur une pratique expérimentale. Les auteurs pensent que l'apprentissage d'une démarche expérimentale n'est possible que si la méthode utilisée est adaptée aux questions travaillées. Loin de défendre une méthode stéréotypée qu'on suit invariablement, ils prescrivent au contraire une démarche plus hésitante mais plus proche du travail des scientifiques.

Par ailleurs, nous avons vu que, pour être efficaces, les apprentissages scientifiques doivent permettre la structuration des savoirs, or l'élève ne peut y parvenir sans aide. L'enseignant peut utiliser les outils que nous mettons à leur disposition pour assurer cette fonction d'aide à la structuration.

5 - DES ÉCRITS VARIÉS

Les documents que nous proposons dans les manuels comportent des écrits variés et les élèves peuvent apprendre à les identifier pour les utiliser. En effet, à l'issue de sa scolarité primaire, l'élève doit connaître les différents types de textes et savoir adapter sa stratégie de lecture selon la nature de l'écrit qu'il rencontre (texte informatif ou explicatif, tableau, schéma, etc...).

Les activités scientifiques, en conduisant l'élève à rechercher des informations dans des documents divers, offrent de multiples occasions pour développer ces compétences. Nous avons intégré dans nos ouvrages cette dimension en suggérant à l'élève de recourir à la documentation fournie dans la partie encyclopédique.

Notons que l'utilisation d'un manuel nécessite aussi un apprentissage et nous avons prévu des facilitateurs d'usage (table des matières, lexique, système de renvois) pour rendre plus simple la circulation dans le livre de l'élève.

D'autres activités incitent les élèves à produire des textes, des schémas, des tableaux. Nous avons insisté plus haut sur le caractère indispensable des productions écrites qui jouent un rôle irremplaçable dans les apprentissages scientifiques. A ces exercices, s'ajoutent toutes les sollicitations que le maître adresse aux élèves pour qu'ils traduisent leurs idées par écrit, qu'ils conservent des traces des activités et donc qu'ils produisent d'autres écrits tout au long de la démarche. L'enseignant pourra ensuite utiliser ces productions comme supports pour organiser des moments de synthèse.

Notre objectif est d'engager les enseignants dans une pratique interdisciplinaire dans laquelle l'enseignement des sciences fournit des points d'appui pour les apprentissages fonctionnels de la langue en même temps qu'il exploite les outils que les élèves ont déjà construits dans ce domaine.

III - LES CONTRAINTES DE RÉALISATION

La réalisation d'un manuel est un travail complexe qui doit répondre à un ensemble de conditions difficiles à réunir et à respecter. Nous avons très vite perçu la différence entre ce qu'on imagine possible et ce qui est effectivement réalisable en fonction des nombreuses contraintes.

1 - ZONE PROXIMALE D'INNOVATION

Sans prétendre que le manuel seul puisse favoriser un changement des pratiques de classe, nous pensons qu'il peut constituer une aide pour sortir des modèles traditionnels encore en vigueur dans ce domaine, surtout pour les enseignants qui n'osent pas innover.

L'éditeur, bien que favorable à une certaine innovation, cherche cependant à rester assez proche des pratiques de terrain les plus fréquentes, ou supposées comme telles. Le produit fini ne doit pas trop surprendre sinon il risque d'être rejeté par les enseignants. Il doit rester dans ce qu'on pourrait appeler une "zone proximale d'innovation". Ce phénomène est accentué par la concentration des groupes éditoriaux qui semblent proscrire la création de manuels scolaires trop originaux. Ceci oblige à hiérarchiser les exigences, afin de pouvoir défendre les choix qui paraissent essentiels selon les options didactiques exposées ci-dessus.

2 - CONTRAINTES CONJONCTURELLES

Programmes

Les programmes sont connus des éditeurs 14 mois avant leur mise en application, ce qui laisse peu de temps pour la réalisation du manuel.

Pour le cycle 2, nos disciplines figurent dans les programmes au sein d'un ensemble, *La découverte du monde*, regroupant des domaines qui se constitueront comme disciplines différentes (Histoire, Géographie, Instruction Civique, Technologie, Biologie, Géologie, Physique, Chimie) plus tard dans la scolarité. Cependant, à la lecture des programmes, *La découverte du monde* apparaît encore davantage comme une simple superposition de disciplines que comme une *nouvelle discipline* scolaire comme certains l'ont annoncé.

C'est le champ *Sciences et Technologie* qui doit être abordé au cycle 3. Certains chapitres relèvent certes de domaines disciplinaires séparés, cependant le souci de renvois multiples et l'idée de chapitres communs (en ce qui concerne l'éducation à la santé et la sécurité, et l'éducation à l'environnement par exemple) représentent des éléments de réponse aux incitations des textes officiels visant à développer l'interdisciplinarité.

Temps

Pour l'éditeur, le temps représente une des contraintes essentielles (en liaison avec une autre contrainte essentielle : l'argent).

Il faut faire vite, pour sortir le manuel avant la concurrence au risque de brûler des étapes essentielles de relecture et de laisser passer des erreurs parfois grossières et pour le moins inadmissibles. Ainsi certaines illustrations demandées par les auteurs, telles celles de silhouettes humaines représentant les principales étapes du développement, n'ont jamais été présentées pour raison de contraintes de calendrier impossible à dépasser. Quand les auteurs ont découvert des silhouettes quasiment asexuées imprimées dans le manuel (fig 10), il était trop tard : il ne peut y avoir correction que lors d'une réédition.

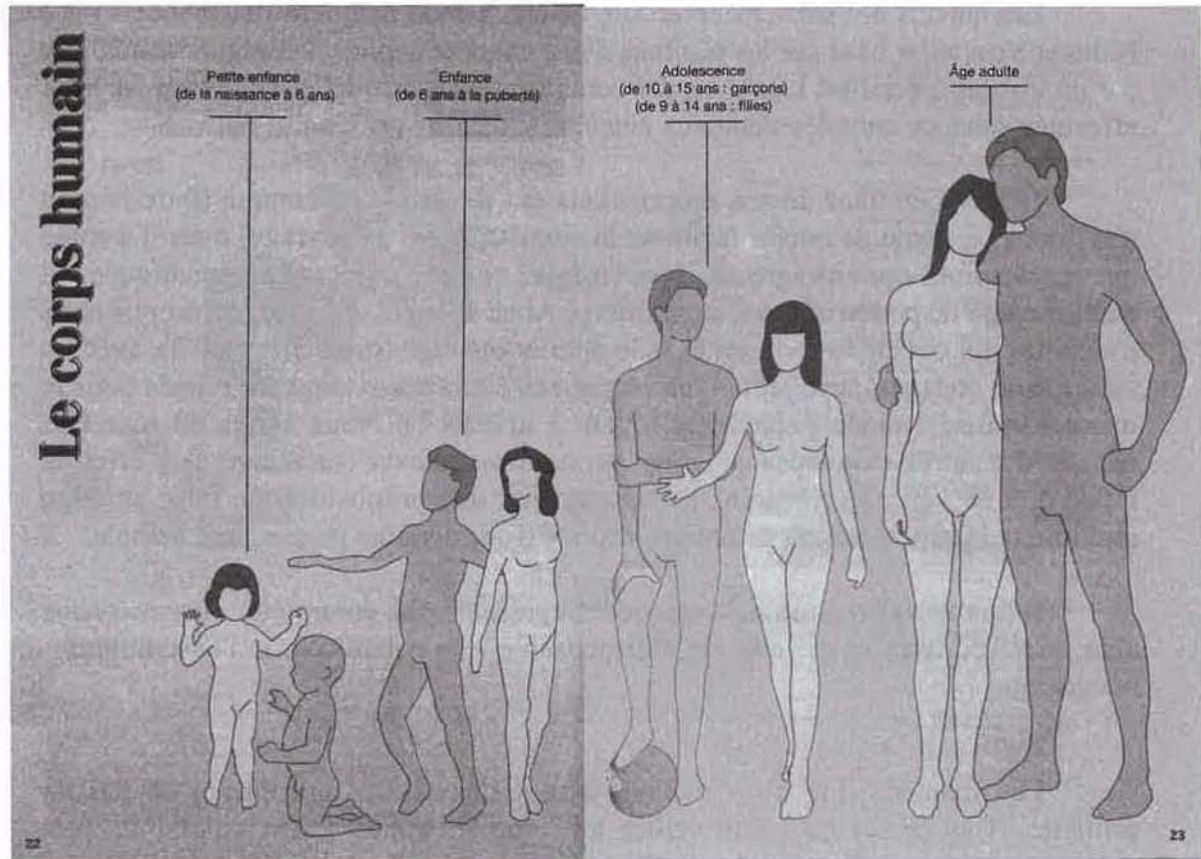


Figure 10

Manuel de l'élève, cycle 3, niveau 2 et 3, p. 22

De plus, la contrainte de temps prive de la nécessaire «décantation» qu'implique tout travail d'écriture.

Budget

La réalisation d'un manuel coûte très cher et l'éditeur espère cependant faire quelques bénéfices, malgré les frais importants à couvrir.

L'iconographie (recherche et droits de reproduction des photographies, réalisation des dessins et des schémas, préparation technique pour l'impression) et les dépenses liées à la promotion et à la distribution représentent des lignes financières très importantes. Pour des contraintes de budget, certains choix sont imposés (nombre de pages, nombre de photos par page, par exemple).

3 - CONTRAINTES D'ÉCRITURE

Un manuel doit satisfaire un certain nombre d'exigences essentielles comme la lisibilité, les qualités esthétiques, la facilité d'utilisation.

Maquette

L'organisation des manuels, qui prévoit une séparation des documents selon leur statut, a été adopté après plusieurs réunions préliminaires entre les responsables d'édition et l'équipe d'auteurs.

Les auteurs ont participé, bien sûr, au choix de la maquette des manuels mais l'éditeur s'est aussi basé sur les résultats d'une enquête auprès d'enseignants, réalisée par un institut spécialisé. L'analyse des conditions dans lesquelles cette enquête a été effectuée échappe complètement aux auteurs.

Certes, certaines de nos propositions ont été prises en compte (introduction d'un index, système de renvoi facilitant la circulation dans l'ouvrage) mais il semble que les réactions des enseignants, dont l'origine ne nous a pas été communiquée, ait eu davantage de portée que nos suggestions. Ainsi en est-il des idées de propositions d'activités qui ont été introduites dans le dernier ouvrage (cycle 3 niveau 2), avec un système de codage (carré jaune), alors que ces éléments avaient été rejetés pour le manuel réalisé l'année précédente (cycle 3 niveau 1). Nous avons dû toutefois résister à d'autres exigences qui nous paraissaient relever davantage d'un effet de mode que de véritables besoins pédagogiques : une proposition de mise en page multipliant la superposition de photos inspirée d'une certaine presse, par exemple.

Il faut souligner que si la maquette représente une contrainte, c'est aussi une aide pour l'écriture et qu'elle est indispensable à la cohérence de l'ensemble des manuscrits.

Public

Les manuels que nous avons réalisés s'adressant aux élèves de l'école primaire, il va de soi qu'il faut veiller à ce que les textes soient accessibles aux enfants de cet âge et donc que le niveau de langage utilisé soit adapté.

De nombreux textes ont été relus par des enfants mais, par contraintes de temps, il n'a pas été possible de le réaliser pour l'ensemble. Les relectures mutuelles, l'aide ponctuelle de collègues spécialistes de la didactique du Français ont aidé à respecter cette exigence qui nécessite une formation spécifique. Les auteurs de l'équipe, tous formateurs d'enseignants, fréquentent régulièrement des classes de l'école primaire et connaissent les difficultés rencontrées par les élèves face aux textes de nature scientifique.

Travail d'équipe

La réalisation d'un manuel comprend plusieurs étapes où interviennent différents protagonistes : les auteurs, l'illustrateur, l'iconographe, l'imprimeur. Le responsable éditorial doit coordonner l'ensemble du travail et sert de relais entre les auteurs et les autres membres de l'équipe. Cela suppose normalement de multiples allers et retours entre les interlocuteurs, selon une démarche qui est loin d'être linéaire.

La réalisation d'un manuel est schématisé parfois sous forme d'un tableau linéaire de succession d'étapes (Berthelot, 1991, p.56), parfois sous une forme plus complexe. Dans l'ouvrage de F. R. Gerard et X. Roegiers (Gerard et Roegiers, 1993, p.33) ce sont des "paquets d'étapes" qui sont représentés (fig. 11).

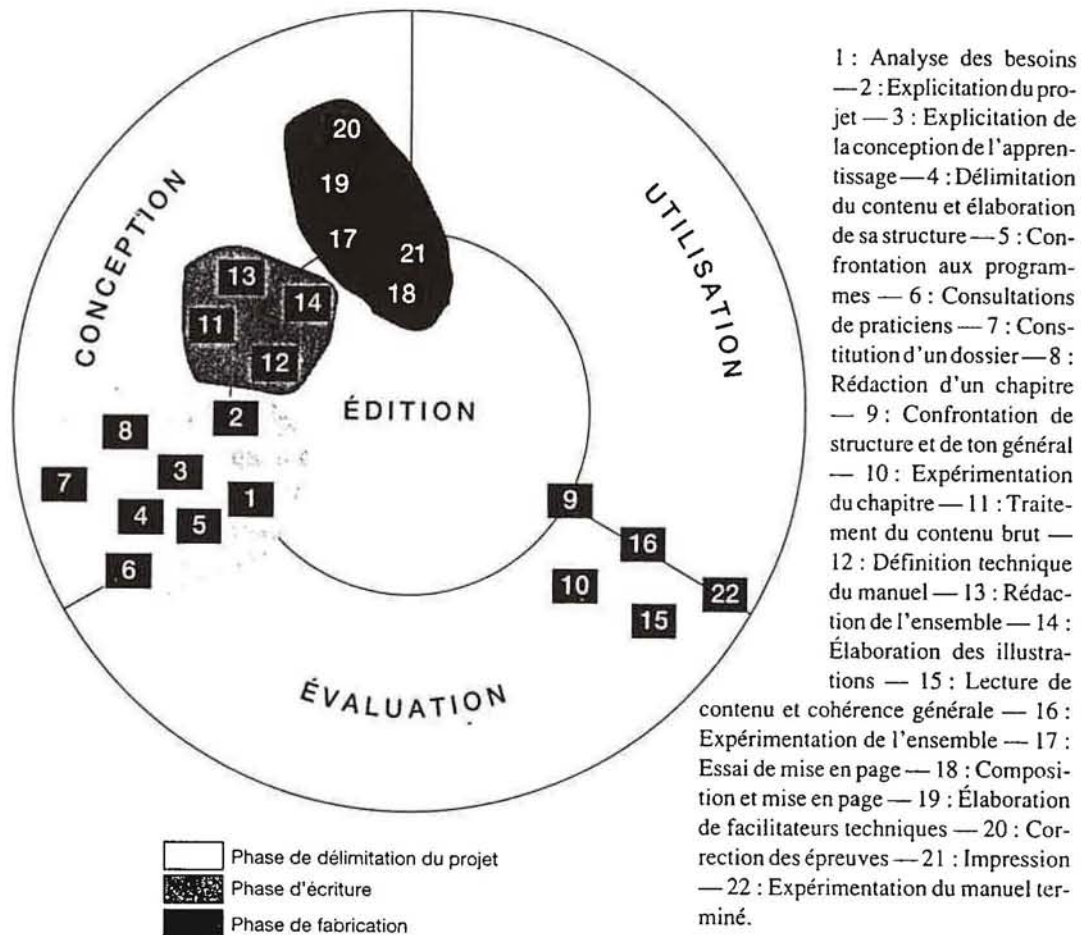


fig. 11

Étapes de fabrication d'un manuel selon F.R. Gerard et X. Roegiers

En fait, toujours pour des contraintes de temps et d'éloignement, le risque de télescopage est grand et difficile à éviter. Il faut, par exemple, avancer le manuscrit alors que la recherche iconographique n'est pas terminée.

Les interactions multiples entre les différents membres de l'équipe impliqués dans le projet, telles que nous l'argumentons ailleurs (Giordan, Souchon, Cantor, 1993), seraient indispensables à toutes les étapes. L'éloignement des interlocuteurs ne facilite malheureusement pas les interactions souhaitées et, au fur et à mesure que la réalisation de l'ouvrage avance, celles-ci se raréfient. Il en résulte que les choix de départ doivent être précis et très explicites car les décisions sont irréversibles. Ce ne fut malheureusement pas toujours le cas et, avec les affres du monde de l'édition actuel, nous avons assisté peu à peu à une dérive vers des préoccupations d'ordre plus commercial qui ont infléchi notre projet initial.

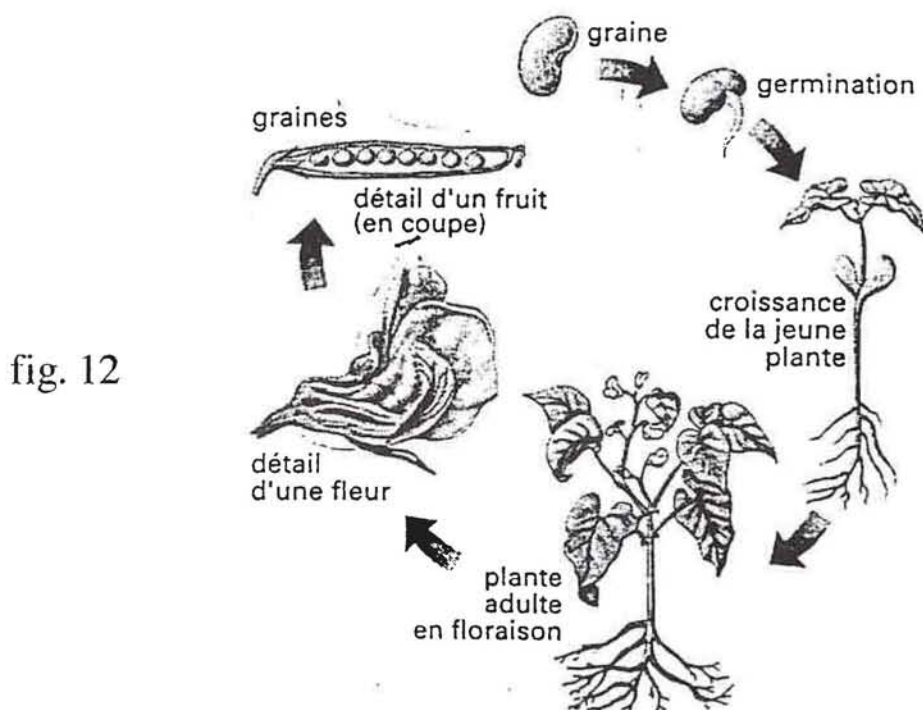
Iconographie

Dans des ouvrages de nature scientifique, le rôle de l'iconographie n'est pas d'illustrer mais d'apporter de l'information qui soit exploitable par les élèves. De ce fait, le choix des photos, des dessins et des schémas mérite beaucoup d'attention et de soins. Cela suppose que nos interlocuteurs comprennent bien ce que nous attendons.

Un «cahier des charges» et des suggestions d'images à utiliser sont proposés par les auteurs. Ils permettent une recherche de documents photographiques et une première sélection par l'iconographe ou une réalisation d'ébauches par l'illustrateur. Ces propositions sont présentées aux auteurs qui sollicitent alors de nouvelles recherches ou des modifications. Pour des contraintes de temps ou de budget, il faut parfois se contenter d'un document qui n'est pas entièrement satisfaisant.

Le principal problème rencontré fut le dialogue avec les illustrateurs : d'une part nous les avons rarement rencontrés pour préciser notre demande, d'autre part leurs productions ne répondaient pas toujours pleinement à nos exigences scientifiques et pédagogiques.

Prenons l'exemple de la représentation schématique du «Cycle de vie du Haricot» (fig. 12 et fig. 12 bis).



Première ébauche de l'illustration

Dans la première ébauche :

- le changement constant d'échelle pose problème,
- les flèches ont des significations différentes,
- les graines représentées dans la gousse ressemblent à des petits pois et non à des graines de haricot.

Le schéma définitif a tenu compte de certaines de nos observations (mais pas toutes). Les compétences multiples restent rares et la double spécialisation «illustrateur pour enfants» et «illustrateur scientifique» reste encore à trouver.

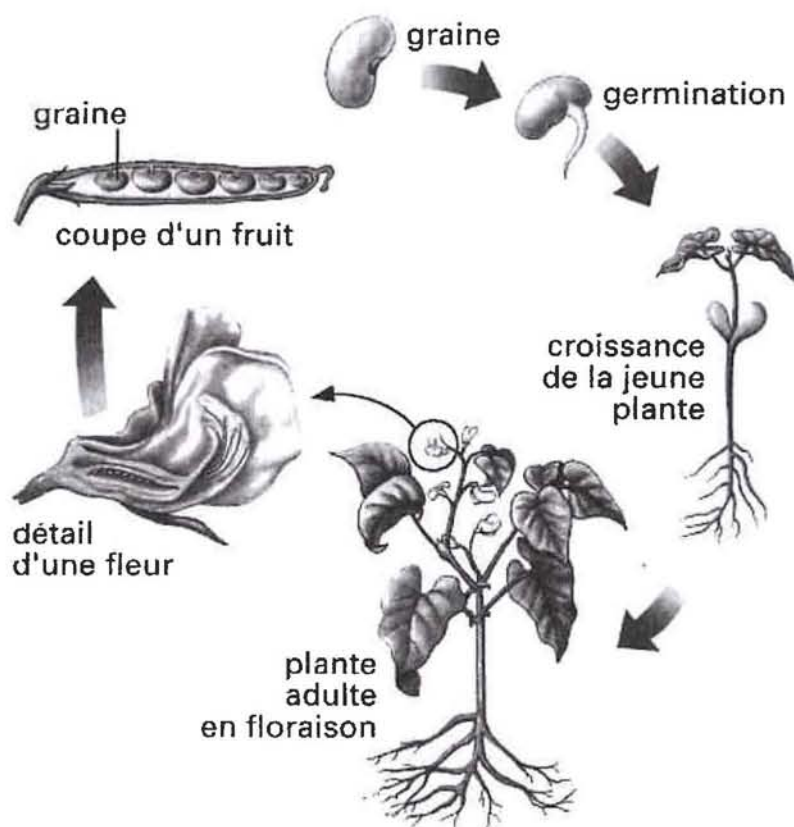


Figure 12 bis **illustration définitive**

Manuel de l'élève, cycle 3, niveau 1, p. 74

Le développement généralisé de l'utilisation des scanners et des logiciels de traitement d'images favorise une meilleure qualité plastique des illustrations. Cependant, peut-être par manque de pratique de ces nouveaux outils, certains illustrateurs proposent des productions présentant une créativité très réduite. Des dessins présentés semblaient, en effet, ne reproduire qu'avec des modifications minimales les documents que nous avons proposés comme indicateurs pour les ébauches.

CONCLUSION

Participer à l'élaboration d'une nouvelle collection, en collaboration avec J.-P. Astolfi, représente une stimulation intellectuelle. Modestement, il semble ainsi possible d'aider à mettre en pratique certaines de nos idées concernant l'enseignement des sciences, inspirées des résultats de la recherche en didactique des sciences. Ce travail nous a permis de sortir des discours théoriques par tout un ensemble de propositions concrètes.

Compte-tenu des diverses contraintes de production d'un manuel, d'inévitables écarts par rapport aux souhaits et objectifs initiaux s'opèrent. Le manuel scolaire de la collection Gulliver demeure néanmoins un ouvrage documentaire destiné à l'élève. Pour le maître, une logique d'usage est proposée dans le guide pédagogique qui rassemble des situations à exploiter en utilisant les documents proposés aux élèves dans le manuel (avec des observations sur les éventuelles maladresses de la première édition) et des activités complémentaires. La logique d'usage proposée s'inspire d'une pédagogie constructiviste. Les activités de manipulation et le référent empirique restent, bien sûr, indispensables dans les situations d'enseignement (voir guide pédagogique). L'enseignant peut s'appuyer sur les documents proposés dans le manuel à différents moments d'un sujet d'étude :

- pour une situation déclenchante (avec les documents iconographiques ou textuels destinés à développer la curiosité des élèves, leur motivation, à faire émerger des questions et des conceptions initiales),
- pour compléter une situation d'investigation (avec les documents à analyser et les informations diverses accompagnés, éventuellement, des exercices pour développer des compétences méthodologiques du cahier d'"activités"),
- pour aider à la structuration (avec la confrontation à de l'information, la proposition de schémas et de modèles et, éventuellement, certains exercices du cahier d'"activités").

Par ailleurs, participer à la conception et à la rédaction d'une nouvelle collection contribue à expliciter ce qui détermine les choix effectués dans la réalisation d'un manuel. Il peut aider à expliquer certaines des nombreuses faiblesses que nous avons nous-mêmes dénoncées à propos du contenu de ce type d'ouvrage. A cette occasion, nous avons pris conscience que les demandes des auteurs ne sont pas toujours comprises. Il convient de montrer de la rigueur, de la cohérence et de la cohésion entre auteurs, mais aussi de l'entêtement pour justifier des choix et pour obtenir certaines modifications qui nous paraissaient importantes. Une des principales difficultés réside dans l'existence de contradictions multiples entre les exigences des auteurs et les différentes contraintes propres à l'édition. Ce travail permet d'entrevoir les difficultés et les obstacles à dépasser pour favoriser la diffusion de modèles pédagogiques innovants.

BIBLIOGRAPHIE

- ASTOLFI, J.-P., PETERFALVI, B., VERIN, A. (1991), *Compétences méthodologiques en sciences expérimentales*, Paris : INRP
- ASTOLFI J.-P.(1992), *L'école pour apprendre*, Paris, E.S.F.
- ASTOLFI J.-P. et al.(1995), *Sciences et Technologie*, collection Gulliver, Cycle 3 niveau 1, manuel, cahier d'activité et guide pédagogique, Paris : Nathan
- ASTOLFI J.-P. et al.(1995), *Découverte du monde*, guide pédagogique, Paris : Nathan
- ASTOLFI J.-P. et al. (1996), *Sciences et Technologie*, collection Gulliver, Cycle 3 niveaux 2 et 3,manuel, cahiers d'activités et guide pédagogique, Paris : Nathan
- BACHELARD, G. (1938), *La formation de l'esprit scientifique*, Paris : Vrin
- BERTHELOT J. (1991), *Petit guide à l'usage des auteurs débutants et de quelques autres*, Paris : Hachette
- CANGUILHEM, G. (1965), *Connaissance de la vie*, Paris : Vrin
- CANTOR M., SCHNEEBERGER P. et al. (1995), *Découverte du monde, matière et vivant*, Collection Gulliver, cahiers d'activités, Paris : Nathan.
- CHOPIN A. (1992), *Manuels scolaires : histoire et actualité*, Paris : Hachette Education
- GERARD F. R., ROEGIERS X. (1993), *Concevoir et évaluer des manuels scolaires*, Bruxelles : De Boeck Université
- GIORDAN, A., DE VECCHI, G. (1987), *Les origines du savoir*, Neuchâtel Paris : Delachaux et Niestlé
- GIORDAN, A. (dir.) (2ème éd. 1987), *L'élève et/ou les connaissances scientifiques*, Berne : Peter Lang
- GIORDAN A., SOUCHON C., CANTOR M. (1993), *Evaluer pour innover*, Nice: Z'Editions
- MARTINAND, J.-L. (1986), *Connaître et transformer la matière*, Berne : Peter Lang
- MARTINAND, J.-L. (dir.) (1992), *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences*, Paris : INRP-LIREST
- PIAGET, J. (1975), *L'équilibration des structures cognitives*, Paris : PUF
- PERRET-CLERMONT, A.N., MUGNY, G. (1985), *Psychologie sociale du développement cognitif*, Berne : Peter Lang
- RICHAUDEAU F. (1979), *Conception et production des manuels scolaires*, Paris : Retz-Unesco
- VERGNAUD, G. (1987), Les fonctions de l'action et de la symbolisation dans la formation des connaissances chez l'enfant, dans PIAGET, J. et al. *Psychologie*, Paris : Gallimard Encyclopédie de la Pléiade
- VYGOTSKI (réed. 1985), *Pensée et Langage*, Paris : Messidor.