

QUAND UN DIDACTICIEN DE LA TECHNOLOGIE DEVIENT AUTEUR D'UNE ENCYCLOPÉDIE JEUNESSE

Analyse d'une intervention sur la ligne de partage entre enseignement et vulgarisation

Résumé : À la différence des travaux consacrés à l'analyse critique des produits de vulgarisation scientifique et technologique, l'article présente une analyse « internaliste » d'une pratique de conception et de rédaction de l'encyclopédie jeunesse « comprendre comment ça marche ». Cette analyse focalise les décisions concernant les mises en textes et en illustrations et présente quatre dilemmes majeurs liés au contenu et au média spécifiques. Soulignant la tension entre le contraint et le possible, l'analyse présente les outils et les concepts didactiques investis dans cette intervention et permet de discuter les relations entre vulgarisation et enseignement sur cette thématique technologique.

Mots-clés : Comment ça marche, documentaire jeunesse, didactique, médiatique

INTRODUCTION

Les ambitions de développement de la culture scientifique et technologique sont aujourd'hui renouvelées – comme elles le furent lors de la modernité des années 1960 – en raison à la fois des transformations du milieu technique, des nouvelles orientations des enseignements scolaires souhaitant valoriser les références de la vie quotidienne et de l'amplification des moyens non scolaires de diffusion des sciences et des techniques. Ces visées mettent en question l'éducation scientifique et technologique dans ses facettes enseignement et vulgarisation. Elles discutent simultanément la frontière de ces domaines de pratiques et de recherches et sa porosité. Cette question est particulièrement importante lorsque les orientations scolaire et non scolaire tendent à s'enchevêtrer comme l'indiquent d'une part l'intégration des ouvrages de « littérature jeunesse » dans les programmes et les activités scolaires, l'usage indifférencié des ressources ou des moyens et technologies de l'information et de la communication par exemple et d'autre part les apports de la cognition située et la mise en évidence du rôle des connaissances naïves dans les situations scientifiques scolaires ou usuelles (Lautrey, Rémi-Giraud, Sander et Tiberghien 2008).

Dans la perspective de contribuer à la discussion de la frontière entre l'enseignement et la vulgarisation, cet article est une analyse distanciée d'une pratique menée par son auteur, didacticien de la technologie et des sciences lors de la conception et la rédaction d'une encyclopédie jeunesse, l'ouvrage « Comprendre

comment ça marche » (Lebeaume et Lebeaume 2009) apprécié par un oscar de l'innovation en 2009 en raison de l'intégration pionnière de la réalité augmentée¹ dans un livre et par une mention Grand Public du prix Roberval en 2010. Il ne s'agit donc pas d'une analyse en extériorité d'un produit de vulgarisation mais en intériorité qui vise à rendre compte des problèmes et des décisions dans le travail du contenu et sa mise en textes et illustrations au sein d'une équipe associant éditeur, illustrateurs, directeur artistique et différents responsables du marketing, des droits internationaux... Malgré son analyse critique des documentaires jeunesse, Jacobi (2005, 40) encourage ces créations tout en prévenant : « Cette entreprise – vulgariser pour les enfants – est redoutable. Elle contraint à choisir et à simplifier. » Si pour un spécialiste des contenus à enseigner ou enseignés, cette double contrainte est présente dans la conception d'un programme scolaire ou d'une séance d'enseignement-apprentissage, elle s'en différencie par les caractéristiques de la vulgarisation amplement exprimées depuis vingt ans, surtout les usages potentiellement multiples de lecteurs d'âge indéterminé (mention sur l'ouvrage : à partir de 9 ans) et d'une très grande hétérogénéité d'intérêts, de connaissances, de désirs et de rapports au livre et à la lecture.

Cette intervention médiatique d'un didacticien, et donc ce travail du contenu pour son appropriation par un ou des publics dans un contexte non scolaire contribue à la discussion de ce que les spécialistes de l'analyse des discours dénomment « didacticité » (Mortureux 1993). Notons cependant que ce concept central pour l'étude linguistique n'est pas largement en usage dans la communauté des didacticiens ce qu'indique la sélection des concepts présentés dans le dictionnaire spécialisé (Reuter et al 2007).

Avec cette perspective, les spécificités de la vulgarisation et de l'enseignement et leurs relations sont d'abord rappelées, puis sont présentées les particularités des documentaires jeunesse « comment ça marche ». Les problèmes et les décisions sur les contenus de l'intervention médiatique effectuée sont ensuite rapportés et examinés. Cette analyse distanciée postule implicitement que les concepts de la didactique dépassent les seules préoccupations scolaires. Elle ouvre enfin la discussion sur la frontière entre ces deux champs, les problèmes d'ingénierie didactique et médiatique et les conditions d'insertion des ressources de la vulgarisation dans l'enseignement.

VULGARISER ET ENSEIGNER ; DISTRAIRE ET INSTRUIRE

La distinction de l'enseignement et de la vulgarisation au sens argumenté par Jacobi, Schiele et Cyr (1990) spécifie les lieux et les institutions de diffusion des sciences et des techniques en définissant une frontière entre le non scolaire et le scolaire et en spécifiant l'éducation non formelle vs formelle. Cette ligne de partage délimite deux domaines de pratiques sans pour autant les opposer.

¹ La réalité augmentée est une technologie qui superpose des images virtuelles à quelques pages de l'encyclopédie et permet une interactivité avec le lecteur. Par exemple, lorsque la webcam d'un ordinateur identifie la page consacrée à l'hélicoptère, une vidéo est automatiquement déclenchée. L'hélicoptère à l'écran peut alors être piloté grâce aux touches du clavier de l'ordinateur. Cf. démonstration : <http://www.dokeo-comprendrecommentcamarche.com/>

Non scolaire et scolaire, éducation non formelle et formelle

Dans la préface de ses « entretiens sur la pluralité des mondes », Fontenelle (1686 [1973], 19) souligne l'ambiguïté du projet pédagogique de la vulgarisation scientifique en prévenant les savants de son ambition de les distraire et les ignorants de ses intentions de les instruire et de les divertir : « Les premiers iront contre mon intention, s'ils cherchent ici de l'utilité ; et les seconds, s'ils n'y cherchent que de l'agrément »². Cette ambiguïté de la vulgarisation est nettement exprimée par Jurdant (1973) dans sa thèse très récemment publiée (2009), consacrée aux « problèmes théoriques de la vulgarisation scientifique ». Jurdant souligne notamment l'impact limité de la pédagogie vulgarisatrice, largement discuté à la fois dans la perspective historique du développement de la science populaire en France à la fin du XIX^e siècle (Bensaube-Vincent et Rasmussen 1998) et dans son contenu et son approche ludique (Jacobi 1992).

La tension entre enseigner et distraire est clarifiée par Guichard et Martinand (2000) dans leur approche comparatiste et dans leur proposition du positionnement respectif de la « médiatique des sciences » et de la « didactique des sciences » en spécifiant notamment le concept « d'impact médiatique ». Celui-ci exprime l'effet attendu d'une action médiatique tout en se distinguant de la notion d'objectif à laquelle, en milieu scolaire, est fondamentalement associée l'évaluation. Cet impact médiatique souligne également l'extension des contenus aux attitudes, aux impressions et au plaisir, essentiels pour les visiteurs, lecteurs ou spectateurs : « impacts en termes d'émergence de sens, d'induction d'attitudes, de démarches, de connaissances » (Guichard et Martinand 2000, 165). Avec une attention analogue à l'effet attendu, Jacobi (1995, 183) conclut son analyse sociolinguistique des ouvrages scientifiques pour enfants consacrés à la coccinelle, en s'interrogeant à propos de tests de connaissances à la fin des ouvrages consultés, sur la fonction de ces documentaires : « Est-ce que la lecture de ce livre donne envie à l'enfant de conduire des observations authentiques sur les coccinelles ? Voilà peut-être ce qui pourrait représenter un gage d'efficacité autrement plus important. » Cette question relative à l'effet des actions délibérément marquées par une intention de « faire que l'autre apprenne et comprenne » concerne autant le non scolaire que le scolaire. Elle interroge les visées et les contenus de l'éducation scientifique et technologique. En ce sens, les travaux en didactique des sciences qui ne se centrent pas exclusivement sur les élaborations intellectuelles³ maintiennent cette perspective éducative de la médiation. Demers et Llull (1982, 315) qui proposent comme buts généraux d'un enseignement moderne des sciences

² « Je dois avertir ceux qui liront ce livre, et qui ont quelque connaissance de la physique, que je n'ai point du tout prétendu les instruire, mais seulement les divertir, en leur présentant, d'une manière un peu plus agréable et plus égayée, ce qu'ils savent déjà plus solidement. J'avertis ceux à qui ces matières sont nouvelles que j'ai cru pouvoir les instruire et les divertir tout ensemble. Les premiers iront contre mon intention, s'ils cherchent ici de l'utilité ; et les seconds, s'ils n'y cherchent que de l'agrément » (Fontenelle 1973, 19).

³ L'histoire de la genèse et de l'évolution de la didactique des sciences et de la technologie au LI-REST, l'un des laboratoires fondateurs de ce domaine de recherche, confirme cette ouverture initiale qui s'inscrit dans la structuration des didactiques des disciplines renvoyant donc aux préoccupations d'ordre scolaire, mais qui embrasse la large préoccupation sur et pour l'éducation scientifique et technologique. Les premières formations à la recherche dès le début des années 1980 indiquent cette complémentarité (Goffard et Weil-Barais 2005).

« d'abord l'acquisition d'une culture scientifique de base et, ensuite, l'amorce d'une certaine spécialisation », suggèrent même de privilégier pour le premier cycle du second degré, la vulgarisation.

Complémentarité et partenariat

Les recherches menées au cours des trente dernières années ont principalement été consacrées au lien historique entre école et musées et d'une façon moindre aux autres médias notamment les ouvrages. Elles ont permis de caractériser les visées et les enjeux éducatifs et leurs contrastes en raison des missions distinctes des institutions et des attentes différenciées des élèves et des visiteurs. Les articles publiés dans la revue *Aster* (9, 1989 et 29, 1999) soulignent la complémentarité des dispositifs didactiques et médiatiques en discutant les différentes conceptions de l'usage scolaire de l'espace muséal par les élèves-visiteurs et la tendance contemporaine à composer avec les spécificités de chacun des partenaires (Girault et Darot 1999, Cohen et Girault 1999).

Si la spécification de l'identité des lieux, des qualifications des acteurs, des moyens utilisés, des approches valorisées et des résultats attendus contribue à l'association des dispositifs scolaires et muséaux – en particulier grâce aux services pédagogiques –, les propositions de complémentarité avec les autres médias de vulgarisation sont plus rares. À l'école ou au collège, les manuels scolaires ou les ouvrages de vulgarisation demeurent identifiés aux lieux que sont les classes ou le centre d'information et de documentation correspondant aux temps de travail scolaire ou d'activités d'ouverture. Cette distinction rejoint et réplique la division sectorielle de l'édition qui sépare le scolaire et le parascolaire.

L'OFFRE DES OUVRAGES « COMMENT ÇA MARCHE » PARMI LES DOCUMENTAIRES JEUNESSE

Les documentaires jeunesse constituent un média particulier qui s'inscrit dans l'édition de vulgarisation (Raichvarg 2005). Les analyses des professionnels (Bedin 1998, Legendre 2005, Schuwer 1981) soulignent les évolutions récentes de ce marché et sa segmentation de plus en plus grande en raison de la nécessaire différenciation des publics ; les contraintes commerciales associées d'une part au coût de l'iconographie et d'autre part à la prédominance des éditeurs anglo-américains assurés de la rentabilité de leurs créations en raison du potentiel des ventes lié à la langue ; la concurrence des moyens que sont le multimédia et les périodiques, offrant des illustrations animées, permettant une actualisation rapide et valorisant d'une façon souple la nouveauté et le spectaculaire. Ils signalent que ces contraintes impliquent alors pour les éditeurs, la nécessité constante d'innovation et un positionnement spécifique du livre, en complémentarité des autres médias, avec sa fonction de référence, de mise en perspective des connaissances scientifiques, de tri et de hiérarchie de l'information⁴. Parmi ces contraintes économiques et commerciales, il convient également de préciser un aspect singulier lié au prix de vente. Ce sont en effet des produits cadeaux qui bien qu'ils s'adres-

⁴ En 2011, Catherine Lucet, directrice générale du pôle éducation d'Éditis (Bordas-Clé-Le Robert-Nathan-Retz) confirme ces orientations. Entretien réalisé le 17 janvier dans le cadre de la recherche ANR PREA2K30 (Université Paris Descartes).

sent à un lectorat d'enfants ou de jeunes, ne sont pas achetés par ces destinataires – qui peuvent néanmoins en être les prescripteurs – mais par des tiers qui souhaitent offrir un signe, un souvenir ou une attention généralement dans le contexte des liens familiaux. Ces clients en sont alors les surdestinataires, attentifs et sensibles à des pères ou des codes indicibles de sa fonction éducative.

Les ouvrages « comment ça marche »

Parmi l'offre de vulgarisation technologique, trois grands types d'ouvrages se distinguent selon les titres valorisant soit les inventions, soit le comment c'est fabriqué, soit le comment ça marche. Ces trois thématiques délimitent le périmètre de la culture technique ainsi vulgarisée. Elle couvre la création technique et ses développements, la production et les processus industriels ou artisanaux de transformation des matériaux et d'assemblage des pièces, enfin le fonctionnement des objets. Les premiers ouvrages présentent une chronologie de l'évolution, par exemple de la drapsienne à la bicyclette en mettant en évidence les successifs progrès. Les seconds sont centrés sur les procédés d'industrialisation par exemple d'extrusion des pâtes alimentaires ou d'assemblage robotisé des voitures. Les troisièmes visent l'explication du fonctionnement des objets par exemple des serrures ou des navettes spatiales. Cette dernière offre est régulièrement actualisée en raison de l'évolution des solutions techniques et elle s'adjoint aux rubriques « Comment ça marche », « Machin, machine »... des périodiques spécialisés (Science et Vie Junior, Science et Vie Découverte...) ainsi qu'au tout nouveau magazine *Comment ça marche*⁵.

L'analyse d'une vingtaine d'ouvrages (cf. Annexe I) consacrés à cette thématique et publiés entre 1960 et 2005 (Lebeaume 2007, 2009) met en évidence les tendances de ces publications. Au fil du temps et au gré des évolutions des techniques de composition, d'impression, d'illustration et d'imagerie, ces ouvrages valorisent de plus en plus le visuel par rapport au texte. Les dessins réalistes, schémas, éclatés, écorchés, images radio- ou thermo-graphiques des objets⁶, accompagnés de textes courts répartis dans la page se sont ainsi progressivement substitués aux textes illustrés par des dessins ou photographies légendées. L'intention exprimée dans les encarts incitatifs et promotionnels des pages de couverture ou introductives demeure de donner à voir ces « boîtes noires » afin de comprendre le monde et de satisfaire la curiosité. Il s'agit aussi de faire saisir que ces machines intègrent de « l'intelligence et de l'imagination »⁷ valorisant le génie humain, le progrès de la modernité des années 1960 comme les enjeux de l'intégration des objets intelligents contemporains.

Comme l'indiquent quelques avant-propos, l'ambition est d'abord de donner à voir l'intérieur des objets usuels. Il s'agit aussi d'expliquer leur fonctionnement grâce à des images séquentielles, des flèches et des numéros et grâce à un code graphique de couleurs et de signes, non formalisé mais susceptible d'être ap-

⁵ Édité par Fleurus Presse, en 2010

⁶ Un ouvrage valorise les présentations selon les différentes techniques d'imagerie : Woodford, C. ; Collins, L. ; Witchalls C., Morgan B. & Flint J. (2006) *100 % Technologique. Ces objets qui nous changent la vie*. Paris : Gallimard (éd. originale : 2005 *How cool stuff works*, Londres : Dorling Kindersley).

⁷ Graf R.-F. & Whalen G.-J. (1978) *Ça marche comme ça. Comment fonctionnent nos appareils d'usage courant*. Paris : Fayard. (trd. et adaptation par R. Mehl, 1974, US : Times Mirror Magazine).

proprié par la régularité de son emploi. Dans ces ouvrages conçus comme des références, les objets décortiqués pour les rendre transparents mêlent les objets incontournables (appareil photographique, réfrigérateur, moteur à explosion...) et les nouveautés (GPS, ordinateur...).

Problèmes spécifiques

L'évolution technologique récente engendre deux problèmes principaux pour l'explication du fonctionnement des objets : la délimitation de ces « choses » et le point de vue d'analyse scientifique et/ou technologique.

Pour le premier problème, l'organisation des ouvrages privilégiant des articles indépendants consacrés à un objet technique limite la présentation des systèmes techniques. En effet, la focalisation sur l'intérieur d'un objet tend à occulter son « milieu extérieur ». Pour préciser cette caractéristique de l'analyse fonctionnelle, Géminard (1970) prenait l'exemple du téléviseur. Il indiquait que son observation et son étude étaient susceptibles de se centrer sur cet objet matériel en effaçant ses relations avec l'extérieur, c'est-à-dire l'énergie, les ondes électromagnétiques, l'éclairage ambiant... L'interconnexion de plus en plus grande des objets entre eux et leur communication invisible car sans fils impliquent alors de faire voir ces relations extérieures. À cet égard, une caisse de magasin facilement délimitable diffère complètement de ce que l'on désigne aujourd'hui par « terminal de vente » comportant des organes visibles (scanner, calculateur, imprimante, tapis roulant, boîtier de paiement...) mais dont le fonctionnement repose sur les relations avec un réseau d'ordinateurs : certains fournissent les prix ou mémorisent les préférences des clients et d'autres assurent la gestion de l'approvisionnement des rayons, le paiement du client et la comptabilité du supermarché. Le problème est ainsi celui de la prise en charge de la complexité des systèmes techniques et des réseaux. Si un portail automatique peut être décrit en distinguant les capteurs, les organes de commande ou de régulation et les moteurs ainsi que les échanges d'information entre eux, l'explication devient plus délicate pour le tableau blanc interactif. L'architecture d'ensemble de ce système n'est en effet pas identifiable par les seuls composants que sont l'écran, l'ordinateur, le stylet et le vidéoprojecteur car ils masquent le traitement, les entrées et les sorties ainsi que le stockage de l'information assurés par le logiciel, les connexions Internet et les liaisons Wifi.

Le second problème concerne le « ça » de l'expression « comment ça marche ». Dans le cas d'une cafetière s'agit-il d'aborder l'explication des fonctions techniques agencées ou intégrées dans l'objet (contenir, chauffer, distribuer, commander, filtrer...) ou bien les principes du thermosiphon permettant à l'eau de monter ou ceux de la percolation, de l'infusion ou de la lixiviation assurant la transformation de l'eau en café ? En d'autres termes, s'agit-il de présenter des objets pour la mise en évidence de phénomènes physico-chimiques ou bien pour la mise au jour de l'intégration fonctionnelle ? L'analyse de l'existant tend à indiquer le primat de la première orientation comme dans l'ouvrage récent grand public « la physique par les objets quotidiens » (Ray et Poizat 2007) qui sélectionne des objets afin d'aborder et de présenter la lumière, la structure des atomes, le courant électrique, la nature du feu... Ce problème recouvre la question de l'impact médiatique souhaité et celle de l'équilibre entre les approches scientifique et

technologique des objets ou systèmes techniques et donc des visées et des contenus de la vulgarisation technoscientifique.

PROBLÈMES ET DÉCISIONS POUR L'ENCYCLOPÉDIE COMPRENDRE COMMENT ÇA MARCHE

L'encyclopédie réalisée « comprendre comment ça marche » (2009) s'inscrit dans cette lignée d'ouvrages jeunesse avec l'ambition maintenue de rendre intelligibles ces choses familières du milieu technique. Les documents promotionnels indiquent : « plus besoin de démonter votre grille-pain pour comprendre comment le toast saute ! » L'offre commerciale, par souci d'innovation, intègre la réalité augmentée à la fois dans quelques pages reconnues par la webcam d'un ordinateur et des jeux complémentaires – « les labos » cf. *infra* – proposant des expériences scientifiques. Ainsi se complètent l'approche sérieuse que signale le titre et l'approche ludique de découverte de la réalité augmentée.

Pour l'analyse des problèmes et des décisions, nous donnons d'abord un aperçu du produit fini puis nous rendons compte de quatre dilemmes majeurs rencontrés dans le traitement du contenu et discutés par les auteurs et l'éditeur.

Aperçu du produit fini

L'encyclopédie est organisée en quatre grandes parties (maison, ville, loisirs et transports) qui réunissent les 250 objets présentés. Par souci artistique, le plan ou « chemin de fer » thématique qui fait prévaloir le traitement d'un objet en une seule page est rythmé par l'insertion de quelques doubles pages. Des renvois contribuent également à cet équilibre d'ensemble tout en offrant différents itinéraires de consultation ou de lecture. Ils dirigent le lecteur vers des objets au fonctionnement analogue ou vers quelques « pages principes » insérées régulièrement. Celles-ci structurent les connaissances transversales à plusieurs objets ou systèmes techniques, par exemple les automatismes, les moteurs électriques, les changements d'état de la matière, la numérisation, l'identification par radiofréquences...

Un exemple de page précise le prototype de l'organisation des aires scripto-visuelles (Figure 1). Ainsi, chaque page consacrée à un objet s'ouvre par une question d'un garçonnet *Théo* ou d'une fillette *Julia* avec la réponse du professeur *Siphon* ou de la professeure *Colza* dont les traits correspondent au stéréotype des chercheurs. Le corps de la page est consacré à « comment ça marche » avec une ou plusieurs illustrations accompagnées de courts textes informatifs et de légendes numérotées ordonnant l'explication du fonctionnement. L'intervention d'un professeur dans une bulle est une sorte de réponse à une question du lecteur qui douterait de sa compréhension. Enfin, selon l'espace disponible, en bas de page ou en bandeau latéral, sont proposés des compléments ou extensions sous forme de vignettes étiquetées, autrefois, et demain, autrement, anecdote, le + du Pr Siphon, expérience ou devinette.

Cette organisation des pages répond aux effets escomptés, d'ordre cognitif et affectif, de faire découvrir – au sens de dévoiler –, faire apprendre, susciter la curiosité, provoquer des questionnements, induire regards distanciés ou détours et associer ou distinguer des objets selon leur fonctionnement. L'organisation de la page suggère simultanément plusieurs entrées de lecture : l'objet central et son

explication, l'introduction formulée sous forme qu'une question-réponse et les vignettes susceptibles d'attirer l'attention ou d'éveiller l'intérêt.

44

Le pèse-personne

40 ans
1201

On ne voit aucun mécanisme dans la balance ! Comment ça peut marcher ?

C'est simple, Julia ! Ton poids déforme des capteurs placés dans les quatre pieds du pèse-personne. Cette déformation est mesurée électriquement, puis affichée à l'écran !

AVEC LA MÉMOIRE, C'EST FACILE DE SURVEILLER SON POIDS !

Le pèse-personne électronique n'utilise ni ressort ni levier, mais des capteurs dont l'étirement permet de calculer la masse corporelle.

Sous le poids s'affiche la **proportion de graisse**. Grâce aux contacts électroniques du plateau, un faible courant électrique traverse le corps. Selon sa valeur, un calculateur détermine la masse grasse et la masse maigre.

Les capteurs sont composés de **matériaux piézoélectriques**. Lorsqu'ils sont déformés, leur résistance électrique change. Le courant passe plus ou moins facilement.

1 Dans chaque pied, la déformation de la plaque métallique entraîne l'étirement du capteur.

2 Cet étirement modifie le courant électrique qui traverse les capteurs. Le poids se transforme en un **signal électrique**.

3 Ce courant parvient à l'**unité de traitement** et est amplifié.

4 Il est ensuite converti en une **information numérique**.

5 Un **décodeur** commande l'allumage des segments de l'afficheur. Le poids est affiché.

AUTRES PÈSE-PERSONNES

pèse-personne mécanique

Sous le poids de la personne, le plateau de la balance s'enfonce et appuie sur un mécanisme constitué de leviers et de ressorts. L'ensemble fait tourner l'aiguille sur le cadran.

balance médicale à colonne

Le plateau tire une tige placée dans la colonne et actionne un levier. Le déplacement des contre-poids sur les règles graduées réajuste l'équilibre du levier et permet de lire le poids.

LA SALLE DE BAINS

Renvoi à la page principe : numérisation

Introduction : question et réponse

Formulation du principe

Bulle

Précision sur l'affichage de la masse grasseuse

Détail du capteur extensiométrique

Processus de traitement de l'information en 5 étapes : de la grandeur physique à son affichage numérique

Bandeau : compléments et ouverture

Figure 1 : Exemple de page précisant le prototype de l'organisation des aires scripto-visuelles.

La réalisation d'ensemble de cette encyclopédie et de chacune des pages, comme pour tout produit médiatique, s'inscrit dans un ensemble de contraintes d'ordre artistique, pédagogique, économique, commercial... Les contraintes de délais ne permettent pas l'expérimentation du livre avant sa mise en vente. Des tests ponctuels auprès de jeunes lecteurs, dont quelques uns sont rapportés infra, contribuent à éclairer les choix et les décisions des auteurs et de l'éditeur, également nourris par les questions ou réactions des illustrateurs ou des différents responsables ou assistants associés au projet. À titre d'exemple, mentionnons la proposition d'ajout du dessin d'une antenne télescopique sur une centrale multimédia (ou box). Bien que depuis une dizaine d'années ces serveurs – et aussi les téléphones portables – fonctionnent grâce à des antennes planes insérées dans le boîtier, il semble que la représentation spontanée de cet organe et de cette fonction demeure fondée sur un stéréotype.

Même si indéniablement cette création porte l'empreinte des idées, convictions et orientations des auteurs et de l'éditeur, elle ne résulte pas de choix improvisés. Les choix et les compromis correspondent à des décisions et des délibéra-

tions au sens de Clermont (1997) à partir de problèmes identifiés que nous rassemblons autour de quatre dilemmes.

Le dilemme de l'amorce ou du concentré

Comme stipulé précédemment, chaque page est introduite par un dialogue entre deux personnages. Ce choix n'a pas été premier. Les premières compositions ont privilégié un « chapeau » conçu comme un résumé ou bien une amorce ou incitation. Deux textes introductifs illustrent ces orientations initiales :

L'ascenseur :

C'est plus qu'un monte-charge, car le transport des personnes exige le confort et la sécurité. C'est une cabine, une machinerie, un dispositif de transmission du mouvement, un réducteur de vitesse, des portes palières et un ensemble de capteurs de contrôle. Il existe cinq principes.

La carte de paiement :

Plus besoin de pièces ni de billets avec la monétique. Une carte suffit... Presque ! Car le porte-monnaie ou le porte-feuilles électroniques ne délivrent l'argent disponible que sous contrôle. L'information devient de l'argent !

Le premier texte concernant un objet considéré connu par le lecteur est plutôt un résumé concentrant l'information développée et approfondie dans la suite du document. À cet égard, il indique la structure d'ensemble du mécanisme, sa parenté avec le monte-charge, les exigences d'usage et de sécurité et l'existence de différents principes. Le second texte au sujet de la carte de paiement au fonctionnement supposé inconnu des lecteurs, privilégie quant à lui un lexique spécialisé (monétique, électronique, information) afin de positionner l'objet dans le domaine des technologies de l'information et en attirant l'attention sur le processus contrôlé du traitement de l'information. Ces énoncés ont pour fonction de mettre en situation et en contexte le lecteur-récepteur selon les deux types d'*advance organizers* proposés par Ausubel (1963) relatifs aux contenus déjà familiers ou nouveaux. En ce sens, le premier texte présente un énoncé général susceptible de proposer le cadre de structuration des connaissances fournies ensuite. Le second texte n'anticipe pas vraiment cette structuration mais est plutôt une amorce qui situe le champ de connaissance et prévient du contenu spécialisé, éventuellement étranger.

Mais en valorisant une pédagogie de la réponse qui souligne ce que le récepteur ne sait pas encore et ce qu'il va découvrir, ces introductions n'impliquent pas le lecteur. En raison de cette faiblesse, cette option n'a pas été finalement retenue au profit d'un dialogue sous forme d'une question-réponse entre un enfant et un spécialiste. La question d'enfant suscite une observation singulière ou un étonnement afin d'inciter la lecture de la suite. Le spécialiste initie la connaissance présentée en attirant l'attention du lecteur sur les points fondamentaux, des registres descriptif ou explicatif. L'exemple du dialogue introduisant la page titrée « le scaphandre autonome » illustre cette orientation. Trois idées majeures sont initiées par la question : l'intérêt du transport de l'air pour la mobilité du plongeur ; le problème de la respiration en profondeur ; les relations entre la pression de l'air et la nécessité de la solution technique du détendeur.

Question : Qu'y a-t-il dans les bouteilles, Pr Colza ?

Réponse : De l'air comprimé ! En transportant l'air dans des bouteilles, les plongeurs sont libres de leurs mouvements. Toutefois respirer sous l'eau grâce à l'air comprimé reste une délicate affaire de pression. Le détendeur est la solution !

Le nombre très réduit de signes impartis à cet échange implique de hiérarchiser les connaissances considérées comme essentielles et présentées dans le corps de la page et donc d'aborder celles jugées de moindre importance dans les rubriques. La mobilité du plongeur en filigrane de la désignation « scaphandre autonome » s'oppose en effet aux solutions techniques antérieures du scaphandrier relié à la surface par un long tuyau. Ce point historique est alors traité dans une des vignettes avec un dessin sommaire de l'équipement lourd et une brève légende situant l'apport de l'invention du commandant Cousteau.

Le dilemme des appuis et des obstacles

L'énoncé de la question-réponse est conçu pour créer une structure sémantique d'attente dans le système cognitif du lecteur mais aussi pour situer l'apport nouveau par rapport à sa connaissance initiale. Selon les objets et en fonction des données disponibles sur les représentations initiales ou les préconceptions, la question renvoie éventuellement à un constat familier ou à une expérience sensible tout en indiquant la différence avec ce déjà connu. C'est le cas du texte de la page centrée sur la plaque à induction dont la question évoque une expérience contre intuitive et un constat a priori inconcevable. Il s'agit ainsi de prendre en charge un obstacle.

Question : La casserole chauffe, mais la plaque presque pas. C'est incroyable, Pr Siphon ?

Réponse : Sous la plaque, il y a des sortes d'aimants qui excitent l'acier de la casserole. Celle-ci devient vite très chaude. La matière de la plaque, elle, n'est pas excitée ; c'est la chaleur communiquée par la casserole qui la fait tiédir.

La priorité de ce phénomène conduit alors à privilégier l'explicitation de la cause de la chaleur : l'excitation ou non des électrons selon les matériaux. Avec cette visée, le propos est alors circonscrit avec une partie centrée sur le principe, une partie sur des précisions d'ordre fonctionnel et une bulle du professeur :

Principe

Le fait-tout est en acier magnétique. S'il est plongé dans un champ magnétique, les électrons de l'acier s'agitent.

1. Le courant électrique qui traverse les fils des bobines crée un champ magnétique
2. Les électrons de l'acier du fait-tout s'agitent et s'entrechoquent.
3. Cette agitation crée de la chaleur.

Bulle

Une casserole en verre ne chaufferait pas car elle est insensible à l'effet de l'aimant !

Commentaires complémentaires

Pour régler la température, il suffit d'augmenter ou de diminuer le champ magnétique. Ainsi, les électrons sont plus ou moins agités.

QUAND UN DIDACTICIEN DE LA TECHNOLOGIE DEVIENT AUTEUR D'UNE ENCYCLOPÉDIE POUR LA JEUNESSE

La table de cuisson est en verre spécial qui ne se dilate pas à haute température.
Sous la plaque, des bobines de fil de cuivre sont parcourues par le courant électrique.

Ce contenu est déterminé par la spécificité des plaques à induction dont le principe s'oppose à leurs concurrentes utilisant le chauffage par conduction ou rayonnement. Il est fondé sur l'analyse d'une enquête exploratoire menée auprès d'élèves de dix à quatorze ans à qui est demandé de lire une notice explicative et illustrée de la plaque à induction⁸ puis de reformuler le fonctionnement et de donner leur avis sur ce document. Ces réactions recueillies avec un protocole grossier sans ambition scientifique permettent de faire état des appuis et des obstacles de lecture et de compréhension. Ils informent alors la décision sur la pertinence du contenu de la page. À cet égard, les réponses des lecteurs potentiels mettent en évidence :

- l'intérêt du dessin mais la difficulté de compréhension des termes :
 - « J'ai pas tout à fait compris, car il y a trop de mots difficiles à comprendre (ex : thermique, induction, vitrocéramique...). Mais le dessin m'a permis de comprendre la chose. »
 - « J'ai compris le fonctionnement mais il y a des mots compliqués. Le dessin m'a aidé à comprendre. »
 - « Je vois comment ça marche, mais il y a des choses que je ne comprends pas. »
 - « J'ai compris comment ça fonctionne, mais je n'ai pas compris certains mots. »
 - « Le dessin sert un peu pour s'imaginer ».
 - « Le dessin peut servir à se repérer dans le texte ».
- l'existence de deux confusions voire d'obstacles liés aux connaissances convoquées par les jeunes lecteurs : l'association « magnétique » et « attraction à distance » ; la fonction des éléments :
 - « Le champ magnétique attire les casseroles qui sont en acier. »
 - « Elle sert à quoi la plaque vitrocéramique si elle ne chauffe pas ? »

Ces données conduisent à composer la page documentaire en présentant trois autres types de plaques de cuisson au fonctionnement différent. Le contenu de la page est alors circonscrit au principe de chauffage : il s'agit essentiellement d'expliquer l'excitation de la matière au niveau microscopique par l'effet du champ magnétique et de souligner la différence de cet effet selon les matériaux ferreux et les céramiques (le verre, la porcelaine...). Simultanément, faute d'espace disponible, l'induction électromagnétique est seulement présentée dans cet exemple particulier sans pouvoir étendre ses usages à d'autres objets tels que les ralentisseurs des poids lourds ou des trains, les chargeurs électriques sans contact...

La mise en illustration est étroitement liée à cet apport de connaissance prioritaire. Le champ magnétique et l'excitation de la matière sont alors visualisés par des tracés explicitant ces phénomènes invisibles. Les couleurs, le rouge pour le champ magnétique (sous et au travers de la plaque) et le gris pour les courants induits (dans le matériau de la casserole) mériteraient vraisemblablement d'être

⁸ La notice est un texte court avec l'illustration disponible :
<http://www.linternaute.com/science/technologie/comment/05/induction/comment-induction.shtml>

inversées car elles sont sources de confusion en raison de l'association implicite du rouge au chaud.

Le dilemme du seuil et de la frontière

Comme déjà dit, l'impact médiatique souhaité n'est pas limité à la mise en évidence des phénomènes scientifiques. L'analyse fonctionnelle constitue un contenu spécifique du domaine technologique avec les distinctions entre fonction d'usage et fonction technique. Ces descriptions peuvent être complétées par l'énoncé des conditions de fonctionnement et des lois régissant les phénomènes. Pour la conception à la Cité des sciences et de l'industrie d'un atelier pédagogique consacré aux turbines, ouvert à différents publics novices ou spécialistes, Poirer et Vouillezot (1987) précisent ces approches complémentaires et hiérarchisées. En référence aux travaux de Deforge (1985) consacrés à la génétique des objets industriels, ils distinguent un premier registre qui permet de situer les turbines dans la sphère de ses usages et du milieu sociotechnique de l'objet et de sa famille (définie comme l'ensemble des objets assurant la même fonction d'usage). Le deuxième registre concerne les fonctions techniques. Les turbines sont alors assimilées à des machines tournantes tout en distinguant les différentes lignées selon la position de leur axe. Le troisième registre est centré sur l'optimisation de la forme des pales et de la fréquence de rotation, étudiée avec les lois et modèles scientifiques de l'écoulement du fluide et de sa viscosité.

Si pour un ouvrage destiné aux jeunes, ce dernier registre est exclu, l'explication peut se situer parmi les deux premiers. Un extincteur peut être considéré du point de vue de la réponse à un besoin : sa fonction d'usage est de projeter une substance qui stoppe la combustion. Il peut aussi être considéré du point de vue de ses composants et des fonctions qu'ils remplissent : ses fonctions techniques sont de contenir un fluide et de l'expulser à haute pression. Dans la même logique un moteur peut être considéré comme un organe de puissance mettant en mouvement de nombreux appareils ou bien comme une machine qui transforme l'énergie électrique en énergie mécanique. Tout objet peut ainsi être expliqué selon ces points de vue emboîtés qui délimitent ce que l'analyse fonctionnelle désigne par frontière d'étude.

L'analyse de plusieurs documents explicatifs du réfrigérateur (publiés dans les ouvrages et sites) révèle cette délimitation différente qui mêle ou distingue la fonction de conservation des aliments avec éventuellement des développements sur leur dégradation et le principe du transfert de chaleur. Le dilemme de l'auteur se situe dans le choix de l'explication du réfrigérateur considéré comme une machine thermique avec ses parentes que sont le congélateur, le climatiseur, la patinoire, la pompe à chaleur... ou bien considéré comme une armoire réfrigérante à la température régulée. Le contenu de la page est ainsi susceptible de développer principalement un objet spécimen, une catégorie d'objets, leur fonctionnement grâce au changement d'état d'un fluide aux caractéristiques spécifiques ou encore le cycle de ce fluide haute et basse pression et sa régulation exigeant un moteur et compresseur, un détendeur, une tubulure, un thermostat et un apport d'énergie.

La solution retenue est hybride. À la suite de l'introduction précisant qu'un réfrigérateur n'est pas tout à fait une machine à faire du froid, l'explication est structurée en sept étapes initiées à partir de l'action de l'utilisateur puis chronologi-

quement repérées et associées aux organes identifiables sur le réfrigérateur représenté « déshabillé » :

1. On ouvre la porte pour mettre des aliments au frais. Comme la température intérieure augmente, le thermostat déclenche le compresseur. Le fluide est mis en mouvement.
2. Les aliments transmettent leur chaleur au fluide glacé au niveau de l'évaporateur. En chauffant, le fluide devient gazeux.
3. Le fluide frigorigène tiédit avant de retourner au compresseur.
4. Dans le compresseur, le gaz est comprimé, ce qui le chauffe, et il est propulsé dans le condenseur.
5. Le fluide se refroidit dans le long serpentín extérieur du condenseur. Il redevient liquide.
6. Dans le détendeur, le diamètre du tuyau augmentant, la pression du fluide diminue : il est alors très froid. Liquide et glacé, il remonte vers l'évaporateur.
7. Le cycle recommence jusqu'à ce que la température soit assez basse. Le thermostat arrête le compresseur. La température intérieure est ainsi maintenue constante pour conserver les aliments.

Indéniablement cette formulation est ambitieuse pour les plus jeunes lecteurs car l'explication contraint de mêler le fluide et son état. Une tentative d'évaluation permet d'estimer l'impact sur les lecteurs. À partir d'une exploration analogue à celle consacrée à la plaque à induction, pour la quasi-totalité des enfants de onze ans, un réfrigérateur est une armoire qui protège les aliments par le froid. La production du froid est imaginée ou conçue en associant les deux organes vus ou identifiés que sont la prise électrique et un ventilateur. Son fonctionnement est alors expliqué grâce à l'analogie d'un ventilateur, parfois avec la nécessité d'un moteur :

- « Un réfrigérateur fonctionne avec un moteur qui souffle du froid. »
- « Grâce à un ventilateur alimenté par de l'électricité, le ventilateur produit de l'air froid. »
- « Le réfrigérateur marche grâce à l'électricité qui fait tourner un ventilo qui réfrigère les aliments. »
- « Il faut le brancher pour qu'il fasse du froid. Grâce à l'électricité, un ventilateur peut se mettre à fonctionner. C'est ce qui va permettre de faire du froid. »

Ces déclarations générales évoquent parfois une « machine » dont le mystère demeure total. En aucun cas, et sans surprise, le réfrigérateur n'est assimilé en tant que machine thermique avec une source chaude et une source froide.

- « Le réfrigérateur marche avec de l'électricité qui fait fonctionner une machine pour faire du froid. »
- « À l'électricité, avec une espèce de machine qui fait que à la place de la chaleur, il y a du froid qui en sort. »
- « Le réfrigérateur doit avoir des plaques pour produire du froid. »
- « Un réfrigérateur marche grâce à un compresseur qui produit du froid. »
- « Un frigo marche avec un moteur qui fait du froid peut être un ventilateur et je crois qu'il y a de l'eau qui rentre pour que ça fasse de la glace et on le branche. »

Les restitutions écrites des mêmes enfants après lecture de cette page de l'ouvrage, renseignent sur ce qu'ils identifient :

« Le réfrigérateur prend la chaleur des produits et l'éjecte, c'est pour cela qu'il fait chaud derrière un réfrigérateur. »

« Il y a un fluide frigorigène (du liquide) qui circule par des tuyaux et produit le froid dans le réfrigérateur. »

L'analyse différentielle des réponses indique des progrès. Ainsi le seul élève qui mentionnait le compresseur, précise son point de vue.

« Le réfrigérateur marche grâce à un compresseur qui a un fluide qui est comprimé et chauffant. Grâce au détendeur, le fluide chauffant est devenu froid. Le thermostat est comme un variateur qui donne l'ordre de dire au compresseur du moins froid au plus froid. »

Si la plupart des enfants, par leurs propos, expriment des réponses plus riches que leurs propos initiaux, leur compréhension reste seulement partielle. Ils semblent exprimer que le processus repose sur des changements d'état. Toutefois, des confusions sont identifiables, par exemple à propos de la régulation du système automatique :

« Un réfrigérateur marche avec du fluide qui se transforme en froid ; à chaque fois qu'on ouvre la porte, du fluide rentre et fait du froid avec un compresseur ; l'air chaud monte, l'air froid descend. »

L'amplification des réponses immédiates des lecteurs est notable même si leurs textes demeurent confus avec des difficultés à isoler la circulation du fluide, celle de l'air à l'intérieur de l'enceinte, les changements d'état du fluide alliant variation de température et de pression et donc à rendre compte de la complexité du fonctionnement invisible de cet objet.

3.5. Le dilemme entre le ludique et l'instructif

Des jeux sont insérés dans les coffrets de vente de l'ouvrage ou bien sont commercialisés d'une façon indépendante. Ces « labos » qui utilisent la réalité augmentée valorisent une approche ludoéducative. Ils proposent de manipuler pour découvrir, simuler pour comprendre, jouer pour apprendre... à la façon des propositions éditoriales pour la jeunesse qu'ont été autrefois les célèbres expériences amusantes de Tom Tit ou les *serious games* contemporains. Pour le labo « électricité », le jeu consiste à placer les organes (générateurs, lampes, moteurs...) dans les emplacements du schéma présenté sur l'écran de l'ordinateur afin de remplir la mission fixée. Les quatre scénarios successivement proposés dont deux sont reproduits ci-dessous (Figures 2 et 3) illustrent ces ambitions. Ils renouvellent les activités manipulatoires bien connues à l'école sous l'intitulé « piles – ampoules » qui portent principalement sur les notions de circuits électriques définis en tant que « chaîne ininterrompue de conducteurs », de générateurs et de récepteurs, de circuits ouverts et fermés, avec la distinction des montages en série et en dérivation. Pour l'école, des logiciels de simulation tels que Crocodile Clip Elementary permettent aux élèves de réaliser rapidement des expériences ou essais avec un générateur, des interrupteurs et des récepteurs. La conception d'un jeu qui survalorise l'approche récréative, doit donc se distinguer d'une activité ou d'un laboratoire scolaire. Les concepteurs souhaitent en ce sens mettre en activité les enfants dans des situations originales de pilotage d'un réseau électrique, de

montage d'un éclairage public, de construction d'une chaîne de transformation d'énergie...

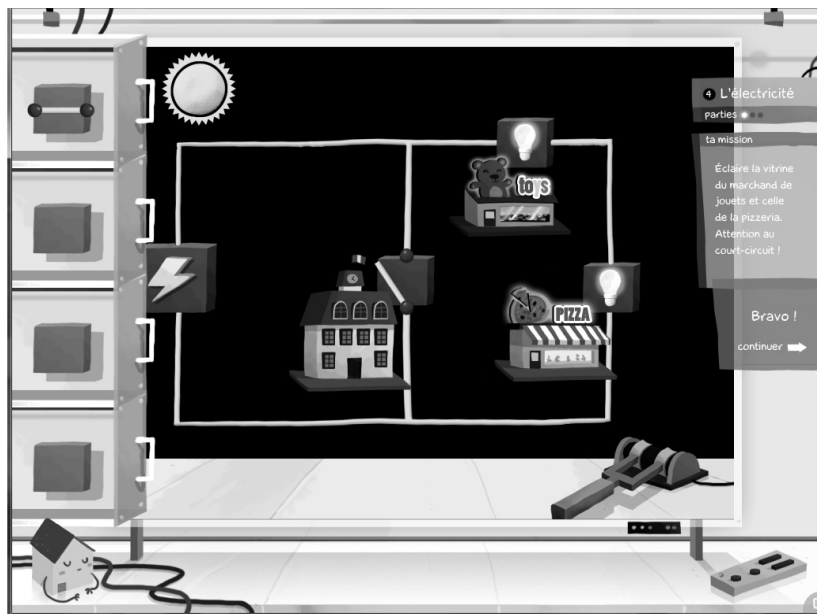


Figure 2 : Mission : Éclaire la vitrine du marchand de jouets et celle de la pizzeria. Attention au court-circuit ! Les composants disponibles dans les tiroirs de gauche ont été déplacés et positionnés sur le montage aux emplacements repérés.

Or, si l'intention ludique est satisfaite par ces jeux, les notions transmises sont discutables à deux niveaux. Le premier concerne les enjeux de sécurité dans les constructions électriques. Le second est propre aux contenus mêmes qui assimilent les courants forts et les courants faibles et qui réduisent les circuits, présentés sans dispositifs de protection. Ainsi la question majeure porte sur la référence des tâches proposées. Il ne s'agit ni d'un laboratoire scolaire, ni d'une situation d'ingénierie électrique mais d'une mise en scène des lois de l'électrocinétique dans un contexte original qui crée une impression de réel (fig. 2 : montage en série de l'éclairage public). Pour autant, il ne s'agit pas d'une simulation mais d'un « faire semblant » suscitant des essais avec des positionnements ou des déplacements d'objets. En raison du détournement des conditions de fonctionnement, ces actions sur les objets et les phénomènes sont alors susceptibles de contrarier l'élaboration d'un modèle du circuit électrique. Martinand (1992) attire l'attention sur ces risques liés au décalage entre une familiarisation empirique et un modèle sous-jacent du circuit électrique en cours d'élaboration.

Le dilemme et la concurrence entre l'approche ludique et l'approche instructive est au cœur de ce jeu qui certes suscite une activité intellectuelle et des tâtonnements stimulants mais dont les situations imaginaires risquent de dénaturer le contenu pris en charge et de simplifier à l'excès la réalité du fonctionnement.

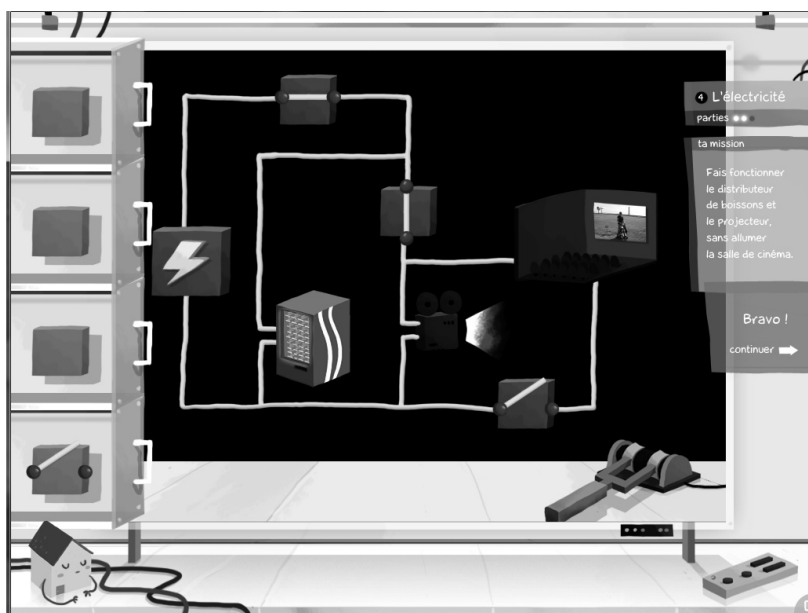


Figure 3 : Mission : Fais fonctionner le distributeur de boissons et le projecteur sans allumer la salle de cinéma.

L'ENSEIGNABLE ET LE VULGARISABLE

L'analyse par un co-auteur de l'ouvrage « comprendre comment ça marche » met en évidence les dilemmes essentiels rencontrés dans cette création. Elle explicite les décisions contrôlées sur le contenu communiqué et attentives à son attractivité et à ses conditions d'appropriation. Les problèmes apparaissent très voisins de ceux de l'enseignement et portent sur les registres pédagogiques, psychologiques, épistémologiques et curriculaires. Les dilemmes rapportés constituent des sources de discussion de solutions alternatives et d'analyse de leurs implications. Les ingénieries didactique et médiatique sont alors très proches dans la détermination des possibles. C'est dire que la frontière entre l'enseignement et la vulgarisation est particulièrement poreuse même si les modalités d'appropriation demeurent différentes selon la position distincte des curseurs de l'instruction et de la distraction (distincte d'amusement). Cette complicité de l'auteur et de l'enseignant n'est pas nouvelle ; elle était mentionnée en termes de conceptions initiales, d'obstacles, de commencements et de références par Richard (1830, préface VI) dans son ouvrage « La science enseignée par les jeux » :

On convient généralement que les plus grandes difficultés que rencontrent ceux qui se livrent à l'étude de la mécanique proviennent des idées tout-à-fait fausses qu'ils s'étaient formées sur l'équilibre et le mouvement ; de sorte qu'ils se trouvent en quelque sorte dans la nécessité de démolir d'un côté à mesure qu'ils construisent de l'autre, de débarrasser le terrain de ses mauvaises herbes à mesure qu'ils avancent. Or, c'est en liant la théorie du choc des corps au jeu des billes, celle du pendule à l'escarpolette, la décomposition des forces au cerf-volant, les lois du mouvement réfléchi et la théorie des projectiles à la balle, la précession des équinoxes à la toupie, la force centrifuge à la fronde, les lois de la compres-

sion de l'air à la canonnière, la pression atmosphérique au tire-pavé, et tant d'autres lois ou théories aux jeux des écoliers, qu'on a cherché à prévenir chez eux le développement de ces idées fausses, qu'on leur montre dans la *cour*, l'application de théories qu'ils vont étudier dans la *classe*, et qu'en les amusant on essaie de faire naître chez eux cet esprit observateur qui est la source des grandes découvertes scientifiques.

Cette suggestion de combinaison ou d'association de l'impact médiatique et de l'objectif pédagogique demeure actuelle dans la perspective de complémentarité de ces deux modes de diffusion des sciences et des techniques, avec leurs contrastes. L'ouvrage de vulgarisation, contrairement au manuel scolaire, maintient la distance qui sépare l'équipe de rédaction et son lectorat sans l'intermédiaire que représente l'enseignant susceptible de réguler l'activité de l'élève, de structurer le contenu abordé qui porte prioritairement les principes de compréhension des objets selon l'analyse fonctionnelle et d'évaluer les connaissances, les capacités et les attitudes. Les spécificités de l'ouvrage investigué dans sa conception et sa rédaction porte aussi les limites du vulgarisable par ce media. En effet, les présentations obligatoirement statiques contraignent à rendre compte du dynamisme du fonctionnement des objets par des substituts graphiques qui impliquent leur décodage, à la différence d'animations flash par exemple qui mettraient en mouvement les flux de matière, d'énergie et d'information. De même, les contraintes artistiques imposent pour des objets ou systèmes peu visuels comme le jeu d'échecs électronique avec l'algorithme des possibles et l'arbre de décision de son microprocesseur, des traductions illustrées de ces processus représentés en graphismes techniques spécialisés. Par-delà ces contraintes, la liberté de choix du contenu dans cette vulgarisation, permet d'ouvrir les yeux et l'esprit des enfants et des jeunes sur les objets et systèmes techniques de leur monde qui, pour la plupart restent étrangers au monde scolaire car jugés peut-être d'une complexité inaccessible ou difficilement intégrables dans un enseignement élémentaire et progressif.

CONCLUSION

Avec ses spécificités et ses limites, ce documentaire pourrait-il franchir la porte des classes de sciences et de technologie ? Pourrait-il devenir une ressource pour les enseignements contribuant à l'éducation scientifique et technologique ? Deux aspects majeurs semblent limiter le franchissement de la ligne de partage. Le premier est le statut de l'ouvrage documentaire considéré comme source ou recueil d'informations énoncées mais distinctes des connaissances construites et appropriées. Le second est le contenu de l'ouvrage dont l'approche monographique le fait ressembler aux manuels de leçons de choses d'autrefois, largement critiqués pour leur orientation descriptive et pour l'insuffisance présumée de l'activité intellectuelle dans un enseignement livresque.

Ces résistances ou ces freins tendent toutefois progressivement à s'atténuer grâce aux prescriptions scolaires qui valorisent au-delà des seules connaissances, la joie de découvrir le monde, l'intérêt de jouer au chercheur ou à l'ingénieur et la recherche par les élèves eux-mêmes des réponses à leurs questions. Les témoignages des enseignants de technologie qui introduisent dans leur enseignement – parfois d'une façon dissimulée à leur hiérarchie – ce documentaire et des produits

grand public tels que les émissions de télévision indiquent une évolution des pratiques. Une étude systématique des ressources mobilisées pour l'enseignement scolaire permettrait en ce sens d'identifier les évolutions contemporaines afin d'étendre le partenariat et la complémentarité de l'enseignable et du vulgarisable, par le livre, pour l'éducation scientifique et technologique.

Joël LEBEAUME

Laboratoire EDA (EA 4071)

Université Paris Descartes

joel.lebeaume@parisdescartes.fr

Abstract : With the difference with the research papers focused on the critical analysis of the products of popular science and technology, the article presents an « internal » analysis of a practical designing and writing of the encyclopedia for the youth "understand how it works". This analysis focuses on the decisions made about texts and illustrations and presents four major dilemmas related to specific media and contents. Underlining the tension between the constraint and the possible, the analysis presents the didactics tools and concepts convocated for this intervention. It enables to discuss the relationship between scientific and technological popularization and education about this technology theme.

Keywords : How it works, children books, didactics, mediatics.

Bibliographie

- Ausubel D. (1963) *The Psychology of Meaningful Verbal Learning, An Introduction to School Learning*. New York : Grune & Stratton.
- Bedin V. (1998) « La vulgarisation scientifique dans l'édition française contemporaine » – in : B. Bensaube-Vincent et A. Rasmussen (éds.) *La science populaire dans la presse et l'édition XIX^e et XX^e siècles* (259-263). Paris : CNRS Éditions.
- Bensaube-Vincent B. & Rasmussen A. (1998) *La science populaire dans la presse et l'édition XIX^e et XX^e siècles*. Paris : CNRS Éditions.
- Clermont G. et al. (1997) *Pour une théorie de la pédagogie*. Laval : Presses de l'Université de Laval.
- Cohen C. & Girault Y. (1998) « Quelques repères historiques sur le partenariat école-musée ou quarante ans de prémices tombées dans l'oubli » – *Aster* 29 (9-25).
- Deforge Y. (1985) *Technologie et génétique de l'objet industriel*. Paris : Maloine.
- Demers M. & Llull G. (1982) « Trois voies de la didactique des sciences de demain » – *Revue des Sciences de l'Éducation* 2 (313-327).
- Fontenelle B. Le Bovier de (1686, 1973) *Entretiens sur la pluralité des mondes*. Verviers : Gérard et Cie (Présentation de J. Bergier).
- Girault Y. & Darot E. (éds) (1999) *L'école et ses partenaires scientifiques* – *Aster* 29.
- Géminard L. (1970) *Logique et technologie*. Paris : Dunod.

- Goffard M. & Weil-Barais A. (éds) (2005) *Enseigner et apprendre les sciences*. Paris : Armand Colin.
- Guichard J. & Martinand J.-L. (2000) *La médiatique des sciences*. Paris : PUF.
- Jacobi D. (1992) « La Science amusante est-elle amusante ? » – *Alliage* 11-12 (85-92) (article repris dans Jacobi D. (1999) *La communication scientifique. Discours, figures, modèles* (251-257). Grenoble : PUG).
- Jacobi D. (2005) *Les sciences communiquées aux enfants*. Grenoble : PUG.
- Jacobi D., Schiele B. & Cyr M.-F. (1990) « Note de synthèse : La vulgarisation scientifique et l'éducation non formelle » – *Revue Française de Pédagogie* 91 (81-111).
- Jurdant B. (1973, 2009) *Les problèmes théoriques de la vulgarisation scientifique*. Thèse de l'université de Strasbourg. Paris : Archives contemporaines.
- Lautrey J., Rémi-Giraud S., Sander E. & Tiberghien A. (2008) *Les connaissances naïves*. Paris : Armand Colin.
- Lebeaume J. (2007) « Comment ça marche ? Des ouvrages qui mêlent valeurs sûres et sujets d'actualité » – in : J.-L. Martinand, A. Giordan et E. Triquet (éds.) *Actes des 28^{es} Journées internationales sur la communication, l'éducation et la culture scientifiques, techniques et industrielles : École, culture et actualités des sciences et des techniques*. Paris : ACESCI (CD Rom).
- Lebeaume J. (2009) « Apprendre la technologie par les ouvrages comment ça marche » – in : P. Charland, F. Fournier, M. Riopel et P. Potvin (éds.) *Apprendre et enseigner la technologie. Regards multiples* (219-231). Québec : Multimondes.
- Lebeaume J. & Lebeaume C. (2009) *Comprendre comment ça marche*. Paris : Nathan.
- Legendre B. (2005) « Évolution technique et mutation des genres éditoriaux. Le documentaire jeunesse et le livre de poche » – *Communication et Langages* 145 (61-68).
- Martinand, J.-L. & al (1992) *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris : INRP.
- Mortureux M.-F. (1993) « Didacticité et discours « ordinaires » » – *Les Carnets du Cediscor* 1 [disponible <http://cediscor.revues.org/601>]
- Poiret J. & Voullezot F. (1987) *Étude préalable à la mise en place d'un atelier pédagogique de l'objet industriel à la cité des sciences et de l'industrie : applications aux turbines*. Paris : Cité des Sciences et de l'Industrie (tapuscrit, 120 p. + annexes)
- Raichvarg D. (2005) *La science pour tous ?* Paris : Gallimard.
- Ray C. & Poizat J.-C. (2007) *La physique par les objets quotidiens*. Paris : Belin.
- Reuter Y. et al. (2007) *Dictionnaire des concepts fondamentaux des didactiques*. Bruxelles : De Boeck.
- Richard T. (1830) *La science enseignée par les jeux, ou Théories scientifiques des jeux les plus usuels accompagnées de recherches historiques sur leur origine, servant d'introduction à l'étude de la mécanique, de la physique, etc.* Paris : Librairie Encyclopédique de Roret. (Imité de l'anglais par T. Richard, professeur de mathématiques). 2 tomes

Schuer P. (1981) « Les sciences en échec dans les livres pour la jeunesse » – *Communication et Langages* 50 (98-101).

Annexe I

Ouvrages « Comment ça marche »

- Atlas (1978) *Comment ça marche. Encyclopédie pratique des inventions et des techniques*. Paris : Atlas ; Londres : Marshall Cavendish. (10 volumes).
- Alibert-Kouraguine D., Barloy J.-J. & Kohler P. (1983, 1985) *Le nouveau comment ça marche*. Paris : Larousse (Ardeley, N et al. 1983, Londres : Grisewood et Dempsey).
- Behrendt-Roden U. & al. (2005) *Der Kinder Brock aus Technik*. Manheim : Brockhaus.
- Brain M. (2003) *How stuff works*. New York : Wiley Publishing.
- Burnie D. (1990) *Les machines de la vis d'Archimède aux robots du futur*. Paris : Hachette-France Loisirs (1990, Londres : Dorling Kindersley).
- Comert A.-M. (1967) (traduction). *Comment fonctionnent-ils ?* Paris : Odège
- Coombs R. & al. (2005) *Technik und wie sie funktioniert*. Nürnberg : Tessloff Verlag (2005 : Oxfordshire, Orpeus Books).
- François E. (1983) *Le grand livre des questions et réponses de Charlie Brown sur toutes sortes d'objets et sur leur fonctionnement*. Paris : Dargaud (adaptation et traduction de 1981, *Charlie Brown's Fifth Superbook of Questions ans Answers*, Londres : United Feature Syndicate).
- Graf R.-F. & Whalen G.-J. (1978) *Ça marche comme ça. Comment fonctionnent nos appareils d'usage courant*. Paris : Fayard. (trd. et adaptation par R. Mehl, 1974 , US : Times Mirror Magazine).
- Kelly J. & Burnie D. (1996) *Les robots familiers. Comment fonctionnent les objets de la vie quotidienne*. Paris : Bayard. (1995, *Everyday Machines*, Londres : Marshall Éditions).
- Lafferty P. (1990) *Comprendre comment ça fonctionne*. Paris : Gründ (traduction de J.-P. Dauliac (1990) *The big book of how things work*, Londres : Octopus Publishing Group).
- Lion P. & Chaussin C. (1963, 1972) *Comment ça marche ? 1^{ère} série*. Paris : Dunod (traduction de 1963 *Wie funktioniert das ?* Manheim : Bibliographisches Institut).
- Lion P. & Chaussin C. (1963, 1971) *Comment ça marche ? Petite encyclopédie technique. 2^{ème} série*. Paris : Dunod (traduction de 1963 *Wie funktioniert das ?* Manheim : Bibliographisches Institut).
- Llewemmy C. (1996) *Comment ça marche ? Techniques et sciences*. Paris : Piccolia (traduction et adaptation de N. Avril, 1995 Two-Can Publishing).
- Lot F. (1969, 1974) *Dis, comment ça marche ?* Paris : Hachette.
- Lot F. (1980) *Dis, comment ça marche ?* Paris : Hachette (nouvelle édition).
- Macaulay D. (1989) *Comment ça marche*. Paris : Larousse (édition en langue française, 1988, Londres : Dorling Kindersley).
- Parker S. (1991) *Ça marche, ça s'explique, des machines aux êtres vivants*. Paris : Larousse (adaptation de Ph. Andreani, M. Chabreuil, A. Dieul et M. Vilnat 1990 Grisewood et Dempsey).
- Pasques P. (1996) *Au cœur des machines*. Paris : Nathan – France Loisirs (1996, Australie : Allen e Unwin).
- Woodford C., Collins L., Witchalls C., Morgan B. & Flint J. (2006) *100 % Technologique. Ces objets qui nous changent la vie*. Paris : Gallimard (Édition originale 2005 *How cool stuff works*, Londres : Dorling Kindersley).
- Wright M. & Patel M. (éds.). (2001) *Comment tout marche*. Paris : Gründ (2000 *How things work today*, Marshall Publishing).