

LE MANUEL SCOLAIRE : QUELLES ANALYSES DIDACTIQUES D'UN OBJET EN MUTATION ?

Ghislaine GUEUDET

CREAD, ESPE de Bretagne, UBO

Ghislaine.Gueudet@espe-bretagne.fr

Résumé

Les travaux présentés ici concernent l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques au second degré, en France. Dans ce contexte le manuel scolaire est une ressource essentielle pour les professeurs et les élèves. Dans le même temps, des évolutions très significatives de cet objet sont en cours, remettant en cause sa nature même. Il est essentiel que la recherche en didactique des mathématiques prenne en compte ces mutations, en mobilisant ses outils d'analyse, voire en développant de nouveaux outils.

Je présente ici des travaux menés en collaboration avec plusieurs collègues, en particulier au sein du projet ANR REVEA : Ressources Vivantes pour l'Enseignement et l'Apprentissage.

Il s'agit tout d'abord d'une recherche portant sur le choix de manuel, pour la classe de seconde, par des enseignants de lycée (Gueudet & Lebaud, 2016). Nous nous sommes intéressées aux critères et aux procédures de choix, en suivant une équipe dans un lycée et en proposant un questionnaire en ligne à l'échelle de l'académie.

Dans un deuxième temps je considère plus particulièrement les évolutions liées au numérique, toujours concernant le manuel scolaire. Nous avons proposé d'introduire le concept de *connectivité* comme caractéristique spécifique du manuel numérique (Gueudet, Pepin, Sabra, Restrepo & Trouche, 2017). Nous avons donné une définition de la connectivité d'un manuel numérique, et présenté en quoi elle pouvait permettre d'appréhender les apports spécifiques de ce type de ressource. Nous présentons ici ce travail d'élaboration théorique et méthodologique, en utilisant deux exemples de manuels numériques.

Mots clés

Manuel, Manuel numérique, Ressources

Dans ce texte nous rendons compte d'un exposé au séminaire national de Mars 2016, concernant des recherches menées sur le manuel scolaire et sur ses évolutions. Nous exposons tout d'abord des éléments de contexte ; nous présentons ensuite le paysage dans lequel s'inscrivent nos travaux : travaux connexes et cadre théorique. Nous considérons ensuite deux recherches : l'une concernant le choix d'un manuel par les professeurs de mathématiques au lycée ; l'autre les modalités d'analyse didactique spécifiques aux manuels numériques.

1. LES MUTATIONS DU MANUEL ET LEUR ETUDE : ELEMENTS DE CONTEXTE

Le premier élément de contexte motivant notre étude est l'abondance de ressources numériques disponibles pour les professeurs. C'est cette abondance de ressources qui est au

cœur du travail du projet ANR REVEA¹ : Ressources Vivantes pour l'Enseignement et l'Apprentissage (pilote par Eric Bruillard). Ce projet qui se déroule de 2014 à 2018 vise à suivre les mutations dans les usages de ressources par les professeurs du second degré, et en conséquence les mutations du travail des professeurs, dans quatre disciplines : anglais, mathématiques, sciences physiques et technologie. Il s'intéresse au travail individuel, mais aussi au travail collectif des professeurs dans les établissements scolaires et en dehors de ces établissements : dans des groupes de travail, des associations etc. La comparaison entre disciplines permet de mettre au jour des spécificités dans le travail des professeurs avec les ressources qui seraient invisibles dans le cadre familial d'une discipline unique.

Dans ce projet, pour ce qui concerne les mathématiques, le travail que j'expose ici a été effectué en collaboration avec : Marie-Pierre Lebaud, Birgit Pepin, Angela Restrepo, Hussein Sabra et Luc Trouche.

Les analyses que nous avons menées dans REVEA montrent un recours important au numérique dans le travail des professeurs de mathématiques ; mais nous avons aussi noté que les manuels scolaires restent des ressources centrales pour les professeurs. De nouvelles versions des manuels de lycées ont été publiées par la plupart des éditeurs scolaires, qui ont débuté leur travail avec le niveau de seconde en 2014 puis l'ont poursuivi année par année – ceci sans nécessité liée à un changement de programme. C'est ce qui a motivé la recherche présentée en section 3 à propos du choix de manuel scolaire par les professeurs de lycée.

Ces manuels sont utilisés sous forme papier ; parfois le fichier pdf du manuel est projeté en classe. Mais les professeurs que nous avons suivis n'utilisent jamais en revanche de manuel numérique « enrichi » : d'une part, en ce qui concerne les éditeurs commerciaux, les enseignants n'ont pas fait l'acquisition de ces manuels pour des raisons de coûts ; d'autre part, pour les ressources gratuitement disponibles en ligne, leur usage est empêché par le fait que les professeurs se trouvent souvent dans des salles sans connexion à Internet ou avec une connexion peu fiable. Ceci rejoint les constats faits par l'inspection générale dans son rapport (IGEN/IGAEN, 2013) : si tous les éditeurs produisent des manuels numériques, ceux-ci ne représentent encore qu'une partie très minime de leurs ventes : moins de 1% du chiffre d'affaires du livre imprimé. Des évolutions ont eu lieu au fil des années, qui ont mené d'une simple version pdf du livre à un environnement complet, enrichi d'exercices interactifs, offrant au professeur la possibilité d'insérer ses propres ressources dans un espace fourni par l'éditeur. Ainsi l'éditeur n'offre plus seulement un support matériel, mais un ensemble de services pour le professeur inscrit à sa plate-forme. Cependant les éditeurs en 2015 n'avaient pas encore adopté une politique commerciale mettant fortement en avant ces possibilités. Lors des changements de manuels, les professeurs reçoivent des spécimens gratuits des manuels papier, mais pas des versions numériques enrichies. Parfois ces versions ne sont produites que dans un deuxième temps, alors même que les professeurs ont déjà effectué leur choix de livres à acheter par les élèves. Il nous semble toutefois nécessaire, pour la recherche en didactique, d'anticiper ces évolutions qui vont mener à l'emploi par les professeurs des plates-formes offertes par les éditeurs – un premier pas sera très probablement franchi dès septembre 2016 en ce qui concerne le collège, puisque le ministère a lancé un appel d'offre pour la production de ressources en ligne qui pourraient supplanter les manuels papiers qui ont tout de même été produits dans le même temps (figure 1).

1 <https://www.anr-revea.fr/>

LOT no 4 intitulé : Mathématiques cycle 4.

- 1) Description succincte
Prestations d'ingénierie pédagogique pour la conception, la création et la mise à disposition de ressources numériques pédagogiques pour le champ disciplinaire "Mathématiques cycle 4".
- 2) Classification CPV (vocabulaire commun pour les marchés publics)
80590000.
- 3) Quantité ou étendue
A titre indicatif, le montant prévisionnel du lot 4 est évalué à environ 1,8 M euros (H.T.) sur la durée ferme du marché (36 mois).

Figure 1. Extrait de l'appel d'offres lancé en 2015 pour la conception de ressources numériques en lien avec la réforme du collège

C'est pourquoi il nous semble nécessaire de nous doter dès maintenant d'outils pour l'analyse didactique des manuels numériques. Nous présentons de tels outils en partie 4.

2. MANUELS ET RESSOURCES : TRAVAUX DE RECHERCHE ET CADRES THÉORIQUES

Les travaux concernant les manuels scolaires mettent en évidence le fait que cet objet apparemment simple est en réalité difficile à définir ; sa forme (en particulier avec les évolutions liées au numérique) comme ses usages, peuvent être multiples (Bruillard, 2010). Nous nous référons ici à la définition de Choppin (1992, p. 16) qui définit les manuels scolaires comme des ouvrages « conçus dans l'intention, plus ou moins explicite ou manifeste (...) de servir de support écrit à l'enseignement d'une discipline au sein d'une institution scolaire ». Ces ouvrages peuvent être sur support papier ou numérique ; ils intègrent des textes, mais peuvent aussi désormais inclure divers autres médias. D'où notre choix de parler de manuels et de ressources, dans tout ce qui suit.

2.1 Recherches sur les manuels scolaires

La recherche sur les manuels scolaires est un champ très actif dans le monde, anglo-saxon et asiatique en particulier. En sciences de l'éducation, une association mondiale, IARTEM², propose des conférences régulières et édite un journal sur ce sujet. En ce qui concerne la didactique des mathématiques, un groupe thématique « textbooks » a longtemps travaillé dans les conférences ICME. Il a donné lieu à la publication d'un numéro spécial de ZDM, qui présente un bilan des travaux sur ce thème (Fan, Zhu & Miao, 2013 ; Fan, 2013). Ce thème de recherche est en plein essor ; c'est ainsi que s'est tenue à Southampton en 2014 la première « International Conference on Mathematics Textbooks Research and Development » (Jones, Bokhove, Howson & Fan, 2014). Dans la communauté ARDM également, des travaux se développent à propos des manuels et des ressources, qui semblent plutôt toucher l'enseignement au premier degré, on peut citer par exemple les travaux de Arditi et Briand (2014), Daina (2013), Mangiante-Orsola (2011), Tempier (2010). Les questions de recherche à propos des manuels peuvent être multiples. Elles peuvent concerner la manière dont un contenu particulier est présenté dans les manuels (Jones & Tarr, 2007), ce qu'on peut interpréter comme une étude de transposition didactique (Chevallard, 1991). Ces études peuvent porter sur l'identification de choix différents que peuvent faire les auteurs, à une même époque ou au fil des époques avec une perspective historique. Il peut aussi s'agir d'études comparatives : comparer comment le même contenu est présenté dans les manuels de différents pays permet de mettre en évidence des perspectives sur les mathématiques

2 <http://www.iartem.org/>

différentes, selon ces pays (Haggarty & Pepin, 2002). D'autres études portent de manière plus transversale sur le contenu des manuels, par exemple en s'intéressant à la place de la résolution de problèmes (Fan & Zhu, 2007) – ce qui peut amener à une réflexion sur la qualité des manuels, si on considère qu'un manuel qui offre de riches possibilités de résolution des problèmes pour les élèves répond à un certain critère de qualité (Shield & Dole, 2008).

Beaucoup de travaux portent sur les usages des manuels. Certains concernent les usages faits par les élèves (Rezat, 2012). Le plus souvent il s'agit cependant des usages par les professeurs, leur influence sur les pratiques, leur rôle, explicite ou implicite, pour le développement professionnel (Remillard, 2005). Nous avons présenté dans (Bueno-Ravel & Gueudet, 2015) une synthèse de ces travaux pour le premier degré. Les problématiques sont sensiblement les mêmes au second degré.

2.2 Perspective théorique : l'approche documentaire du didactique

Nous rappelons ici simplement les principes de l'approche documentaire qui nous seront utiles pour notre étude. Le lecteur intéressé trouvera plus de détails par exemple dans (Gueudet & Trouche, 2008). Nous considérons une notion large de *ressources* (Adler, 2000) : ainsi tout ce qui peut nourrir, modifier l'activité professionnelle du professeur est vu comme une ressource. Ceci englobe bien sûr les manuels scolaires, mais aussi les productions d'élèves, les échanges de mails avec des collègues etc. Le professeur consacre une part importante de son travail à chercher des ressources, les modifier, les adapter, les mettre en œuvre ou les partager avec des collègues : ceci constitue son *travail documentaire*. Naturellement, les différents types de ressources sont associées à des usages différents. Il est rare par exemple que le professeur *cherche* des productions d'élèves, dans le contexte actuel de l'enseignement. On peut cependant imaginer dans un futur proche des ressources en ligne partagées, présentant l'enseignement d'une notion et incluant systématiquement des exemples de productions d'élèves. Il deviendrait alors usuel pour les professeurs de chercher ces exemples de productions. Des évolutions d'une telle nature sont en cours, par exemple avec l'emploi de tablettes et de tableaux blancs interactifs, ou celui de visualiseurs, qui permettent au professeur de décider durant une séance de projeter pour l'ensemble de la classe certaines productions d'élèves. Ainsi ces productions deviennent des ressources partagées, elles peuvent être annotées, associées à d'autres. Dans les études sur le travail documentaire, il est intéressant de distinguer ces différents types d'usages. Cependant nous conservons en point de départ une définition large de ressources, afin de ne pas ignorer des éléments déterminants pour le travail du professeur.

Ce travail documentaire peut être individuel ou collectif. Au fil de son travail documentaire, un professeur ou un groupe de professeurs développe un *système de ressources* structuré. Les connaissances professionnelles des professeurs guident leur travail documentaire. Dans le même temps, les caractéristiques des ressources utilisées vont contribuer à des évolutions des connaissances professionnelles des professeurs.

Dans la première étude que nous présentons ici, le point de départ est un travail documentaire collectif : une équipe d'enseignants de seconde dans un lycée choisit un manuel scolaire pour la rentrée suivante. Dans cette étude nous observons comment les connaissances individuelles des professeurs interviennent dans la discussion, deviennent des critères partagés, ou donnent lieu à des débats.

Dans la deuxième étude que nous présentons, il s'agit de proposer un cadre pour l'analyse de manuels numériques. Le cadre proposé repose sur l'idée essentielle que les manuels numériques ne sont plus des ressources isolées, mais sont insérés dans des systèmes de ressources offerts par les éditeurs. De plus la possibilité est offerte aux professeurs d'articuler leur propre système de ressource et celui associé au manuel. Ceci représente une évolution

essentielle, par rapport à la situation dans laquelle le manuel papier entrerait dans le système de ressources des professeurs sans donner lieu à l'articulation de deux systèmes.

3. CHOIX D'UN MANUEL SCOLAIRE PAR LES PROFESSEURS : LE CAS DES MANUELS DE SECONDE 2014

Le travail qui a été présenté lors du séminaire national a fait l'objet d'un article dans la revue Repères IREM : Gueudet et Lebaud (2016). Nous donnons ci-dessous le résumé de cet article, et nous invitons le lecteur intéressé à se reporter à l'article complet.

Nous présentons dans cet article une étude des critères et méthodes de choix utilisés actuellement par les professeurs de mathématiques pour retenir un manuel pour la classe, parmi l'offre dont ils disposent. Nous avons étudié plus particulièrement le choix d'un manuel de niveau seconde, édition 2014, en suivant d'une part une équipe d'enseignants dans un lycée ; et en soumettant d'autre part un questionnaire en ligne aux professeurs de l'académie de Rennes.

Les critères pour comparer des manuels portent sur l'existence, ou non, de contenus mathématiques particuliers, la progression, mais aussi l'organisation pour faciliter l'usage supposé qu'en fait l'élève. Nous étudions également l'importance éventuelle donnée à la partie exercices des manuels.

Nous analysons ici les réponses et présentons les principaux résultats que nous retirons de cette enquête. Notre objectif n'est pas de recommander certains critères, mais de comprendre ce qui guide les choix des enseignants, dans un contexte où les ressources à leur disposition évoluent considérablement.

4. ANALYSER DES MANUELS NUMÉRIQUES : DÉFINITION ET EMPLOI DE LA NOTION DE CONNECTIVITÉ

4.1 Manuels numériques, regard sur les travaux existants et typologie

Les travaux sur les manuels numériques ont dès le départ posé la question de ce que de tels manuels pouvaient apporter de plus, par rapport aux traditionnels ouvrages sur papier (Gould, 2011). Ces travaux ont montré que les premiers manuels numériques restaient très proches de la structure d'un ouvrage papier : ils étaient le plus souvent constitués d'une version pdf du livre, à laquelle étaient ajoutés divers fichiers. Les manuels de cette première génération mettaient l'accent sur l'association de plusieurs médias, mais n'étaient pas réellement interactifs. De nombreuses évolutions ont eu lieu depuis, la Corée du Sud en particulier a joué un rôle pionnier dans le développement de manuels numériques constituant de véritables systèmes de ressources (figure 2).

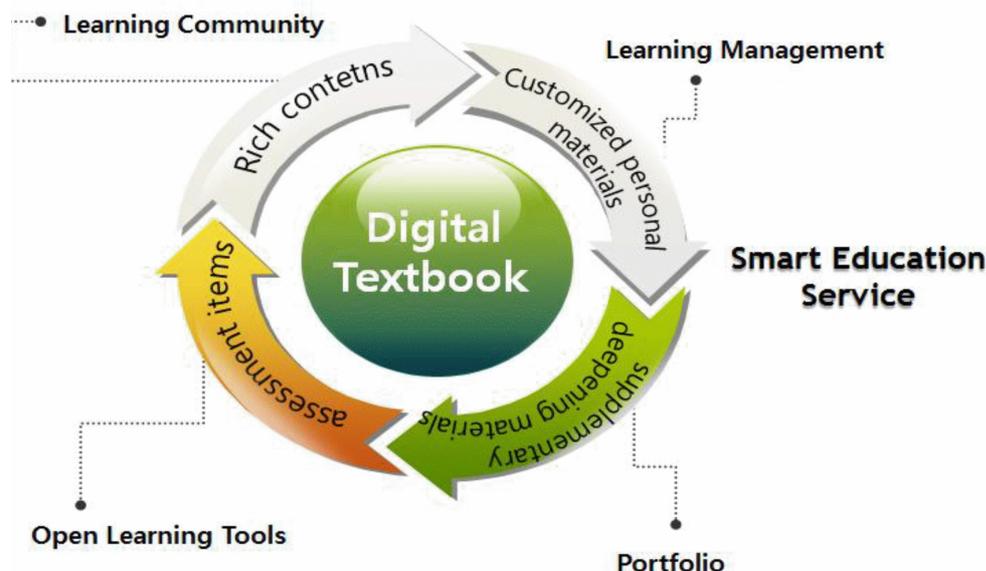


Figure 2 : Le manuel numérique en Corée du Sud. <https://www.w3.org/2014/04/Publishing-Education-OWP.pdf> (source KEIRIS, 2011).

En prenant en compte ces travaux, et les évolutions du manuel numérique, nous avons tout d'abord souligné la nécessité de préciser comment celui-ci était défini. Nous avons proposé la définition suivante :

« Un système structuré et évolutif de ressources numériques, destiné à l'enseignement et l'apprentissage, qui peut être conçu à l'origine par différents types d'auteurs mais est ouvert à de nouvelles étapes de conception par des professeurs, individuellement et collectivement » (Pepin, Gueudet, Yerushalmy, Trouche & Chazan, 2015, p. 644, notre traduction).

Nous avons ensuite observé qu'il existait actuellement plusieurs types de manuels numériques :

1. « Le manuel numérique *intégratif* est constitué d'une version numérique d'un manuel (traditionnel) connecté à d'autres supports d'apprentissage [...] »
2. Le manuel numérique *évolutif* qui est développé en continu par un large groupe d'auteurs et par la contribution des utilisateurs
3. le manuel numérique *interactif* est du type « boîte à outils » : le manuel est basé sur un ensemble d'outils numériques, de tâches, d'exercices interactifs et d'outils logiciels, qui peuvent être combinés par les utilisateurs. » (Pepin et al., 2015, p. 640, notre traduction).

Le fait d'établir, ou de permettre à l'utilisateur d'établir des liens entre différents éléments ressort comme essentiel dans les analyses de manuels numériques. C'est ce constat qui nous a amenés à proposer la notion de *connectivité*, telle que nous la présentons dans la partie suivante. Nous envisageons dans des travaux ultérieurs de lier cette notion de connectivité à celle de *qualité*. Cependant, ceci n'est pas en jeu dans l'étude présentée ici. Notre objectif ici est d'introduire la notion de connectivité et des catégories fournissant une méthode pour l'étude de la connectivité d'un manuel numérique. Après la présentation (§ 4.2) de cette définition et de ces catégories, nous l'appliquons sur deux exemples (§ 4.3), pour illustrer la méthode proposée et tenter de mettre en évidence la pertinence de la notion de connectivité.

4.2 Proposition d'une définition de la connectivité pour les manuels numériques

Dans cette partie, nous commençons par une rapide revue de travaux de recherche en didactique des mathématiques ayant mentionné la notion de *connectivité* (selon la traduction que nous proposons, le terme original étant *connectivity*). Cette notion comme nous allons le voir peut avoir différents sens. Ensuite nous proposons une définition appuyée sur ces travaux antérieurs pour la notion de *connectivité d'un manuel numérique*.

Différents auteurs ont souligné que la construction de savoirs mathématiques allait de pair avec l'établissement de liens : liens entre concepts, entre procédures, entre représentations etc. Ces auteurs introduisent le concept de *connectivity* (Hiebert & Carpenter, 1992), et on peut l'interpréter comme une *connectivité cognitive*.

De plus, le terme de *connectivity* apparaît également dans des travaux consacrés au potentiel des ressources numériques (Hoyles et al., 2010 ; Trouche, 2016). Il s'agit alors de parler du potentiel de certaines ressources pour établir des connexions entre des personnes (par exemple de forums). Nous parlons alors de connexions *pratiques*, puisqu'il s'agit d'établir des liens effectifs entre des personnes. Cependant ces travaux prennent également en compte le potentiel d'une ressource numérique pour soutenir le développement de la connectivité cognitive dans les apprentissages.

De plus comme nous l'avons souligné ci-dessus, les travaux récents sur le manuel numérique (Pepin et al., 2015) invitent à considérer celui-ci comme un système structuré de ressources. Ainsi il s'agit aussi de prendre en compte les connexions, à l'intérieur et à l'extérieur du manuel, entre différents types de ressources (connexions que nous considérons aussi comme des connexions *pratiques*).

En nous appuyant sur ces travaux, et sur ceux concernant le manuel scolaire, nous proposons de définir comme suit la *connectivité d'un manuel numérique* : « le potentiel de connexions que le manuel numérique permet pour l'utilisateur, sur le plan pratique comme sur le plan cognitif ».

La définition ci-dessus caractérise ce que nous nommons connectivité d'un manuel numérique, mais ne fournit pas des catégories pour l'étude. Comment décrire et analyser la connectivité d'un manuel numérique ? Nous proposons de considérer la connectivité à deux niveaux.

Au niveau macro, nous nous intéressons aux liens entre le manuel et des ressources extérieures au manuel. Ces « liens » peuvent être de différentes natures : par exemple un lien Internet vers d'autres pages web ; un outil permettant de télécharger ou de déposer un fichier ; ou encore un outil de communication comme un forum. Dans tous les cas l'utilisateur peut utiliser ces liens ou non, on retrouve l'idée de « potentiel » évoquée dans la définition :

- connexions avec le programme officiel ; avec des manuels d'autres niveaux ou d'autres disciplines ;
- connexions avec d'autres ressources en ligne, produites ou non par l'éditeur du livre ;
- connexions avec des systèmes pour l'évaluation (externes au manuel) ;
- connexions avec le système de ressources de l'utilisateur ;
- connexions entre utilisateurs (enseignants ou élèves), entre utilisateurs et auteurs du manuel.

Au niveau micro, nous considérons des connexions à l'intérieur du manuel. Comme celles-ci peuvent largement différer d'un contenu mathématique à un autre, il s'agit dans ce cas de se centrer sur un thème mathématique. Pour ce thème nous proposons d'examiner les connexions suivantes :

- connexions entre différentes représentations ;
- connexions avec des logiciels, des calculatrices ;
- connexions avec d'autres thèmes mathématiques ;
- connexions entre différents concepts du même thème, différents moments dans l'appropriation d'un même concept, différentes stratégies de résolution de problèmes ;
- connexions avec des systèmes d'évaluation (internes au manuel) ;
- Connexions avec différents besoins des élèves (différenciation).

Sur la base de ces éléments caractérisant la connectivité d'un manuel numérique, nous avons construit une grille d'analyse de manuels ; nous n'en faisons pas ici une présentation détaillée, nous invitons le lecteur intéressé à consulter (Gueudet et al., 2017). Dans la partie suivante,

nous présentons les analyses en termes de connectivité de deux manuels numériques de types différents.

4.3 Exemple d'application de la définition à deux manuels

Nous avons retenu deux manuels de seconde, édition 2014 – ce choix de niveau et d'édition est en lien avec l'étude évoquée en partie 4.2, bien que les professeurs lors de leur choix de manuel n'aient considéré aucun manuel numérique.

Le manuel Sésamath 2^{de} (Sésamaths, 2014) a été conçu par une large équipe d'auteurs. Comme tous les manuels Sésamath, il est gratuitement disponible en ligne, et associé à une version papier moins coûteuse que les manuels commerciaux (20,50 euro). Pour des détails sur la conception de ce manuel, le lecteur intéressé pourra consulter (Sabra & Trouche, 2011 ; Gueudet, Pepin, Sabra & Trouche, 2016). Le manuel Sésamath dans sa version professeur est intégré dans l'ensemble des ressources développées par l'association Sésamath : les exercices interactifs MathenPoche, les autres manuels, l'environnement virtuel LaboMEP, le site Sésaprof pour les enseignants sont accessibles depuis un bandeau situé au-dessus du manuel (Figure 3).

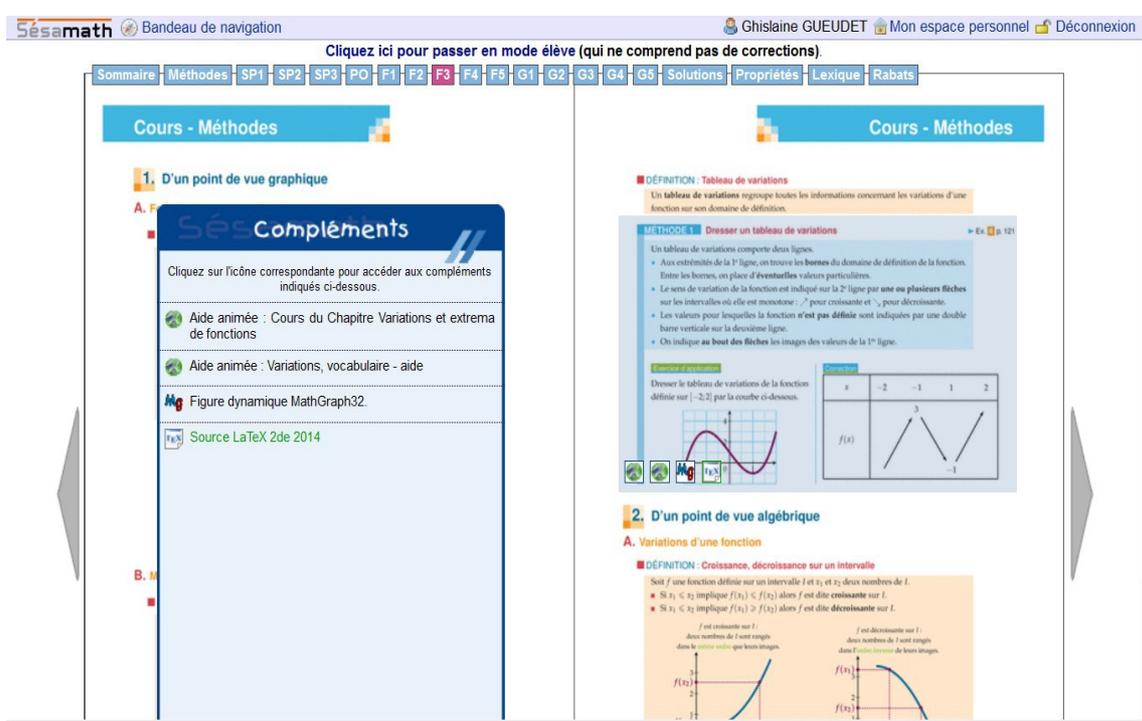


Figure 3. Le manuel numérique Sésamath seconde. En haut, le « bandeau de navigation » donne accès à toutes les ressources Sésamath

Le manuel Sésamath répond aux critères d'un manuel de type « évolutif » : conçu par une large équipe d'auteurs, il évolue progressivement au fil des remarques des utilisateurs.

Nous avons retenu par ailleurs un autre manuel numérique pour nos analyses : le manuel Hachette Seconde (Barbazo et al., 2014). Celui-ci a été conçu par une équipe plus restreinte, pilotée par Eric Barbazo - ancien président de l'APMEP. Il existe en diverses versions ; celle que nous examinons est la version « licence enrichie élève ». Cette licence enrichie, valable 12 mois, était en vente en 2016 sur le site du Kiosque Numérique de l'éducation (KNE) au prix de 10,50 euro (le manuel papier élève coûte 27,50 euro, et le manuel numérique

professeur enrichi coûte 39 euro). Cette offre est significative d'une importante évolution en cours : le manuel n'est plus un objet tangible dont l'utilisateur est propriétaire. Il s'agit d'un service accessible pour une durée limitée via un abonnement. Cet abonnement donne accès au manuel lui-même, mais aussi à un ensemble de ressources sur le site de l'éditeur (une partie de ces ressources est librement accessible).

Cette version enrichie offre à l'élève (et au professeur) un ensemble de possibilités : annoter le texte du manuel ; en sélectionner des parties à enregistrer dans son espace personnel ; accéder à des diaporamas ; à des outils de type tutoriel pour les deux modèles principaux de calculatrices ; insérer ses propres ressources dans son espace personnel ; accéder à des QCM pour tester ses connaissances, en particulier (figure 4).

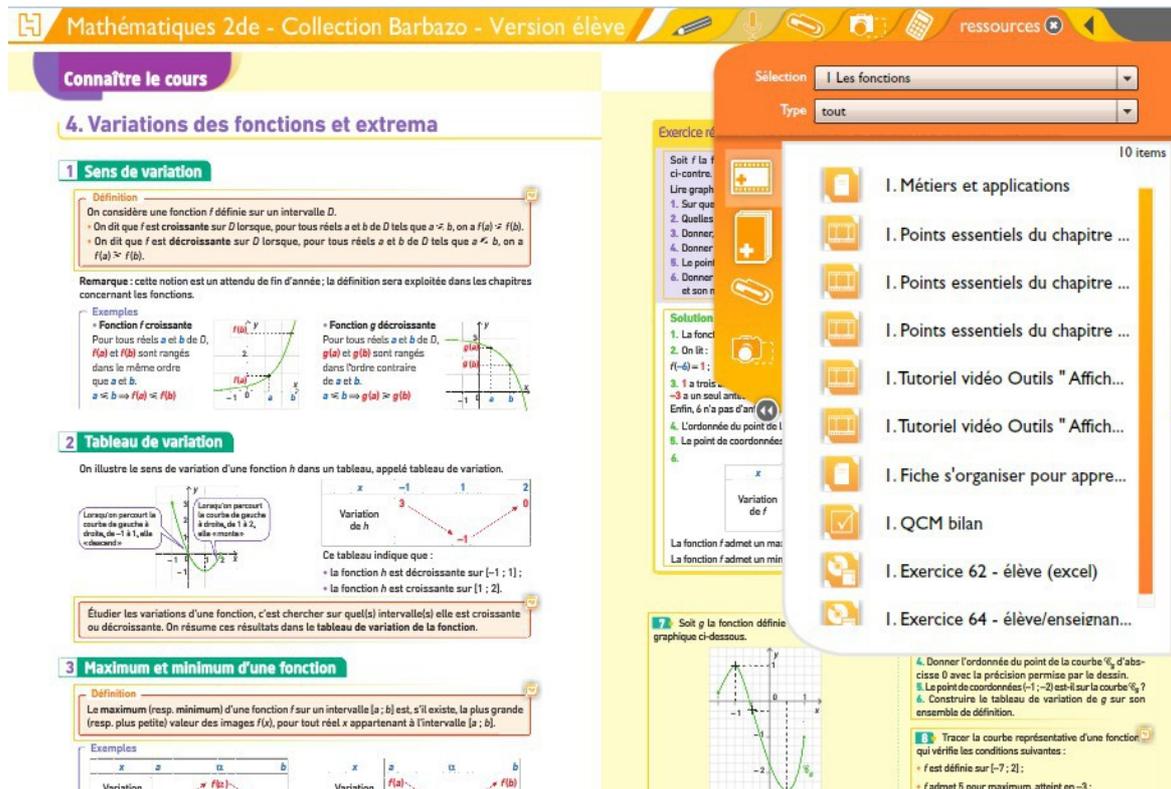


Figure 4. Le manuel numérique premium Hachette Seconde. A droite on observe la fenêtre « ressources » qui propose divers types de compléments.

Ce manuel (que les professeurs de seconde nomment « le Barbazo », du nom de son premier auteur) entre dans la catégorie que nous avons nommée « manuel numérique intégratif ». Sa structure et son mode de conception sont proches de ceux d'un manuel traditionnel sur papier, mais il offre de nombreux compléments – d'où le nom, évocateur, de « licence enrichie ».

Nous avons pour ces deux manuels effectué une étude de leur connectivité. Pour le niveau micro, nous nous sommes centrés sur le thème des fonctions.

Au niveau macro, nous retenons que les deux manuels offrent l'accès à un riche réseau de ressources produites par l'éditeur du manuel : l'association Sésamath (et l'accès est alors gratuit) ou l'éditeur Hachette (et l'accès est alors au moins en partie limité à la durée de l'abonnement payant). Pour ce qui est des liens avec les systèmes de ressources des professeurs et des élèves, dans les deux cas il est possible aux utilisateurs d'importer leurs propres ressources, dans LaboMEP pour Sésamath et dans l'espace prévu à cet effet pour Hachette. Cependant le manuel Hachette offre plus de possibilités en termes d'annotations du texte. Les annotations sont possibles avec le manuel Sésamath à condition de télécharger les

fichiers odt associés, mais il n'est pas possible (pour le moment) d'écrire directement sur le manuel. Dans le sens inverse en revanche, avec le manuel Sésamath il est plus simple de télécharger des parties du manuel pour les importer dans ses propres fichiers et les modifier. En termes de connexions entre utilisateurs, celles-ci sont plus développées pour le manuel Sésamath, en particulier avec le site Sésaprof qui permet aux professeurs d'échanger entre eux et avec les auteurs du manuel.

Au niveau micro et en ce qui concerne les fonctions, les deux manuels offrent de nombreuses connexions entre les différents concepts du chapitre, et entre différentes représentations des fonctions : algébrique, graphique, sous forme de tableau. Cependant dans le cas de Sésamath, on retient une présence plus importante de représentations dynamiques. Ceci est probablement une conséquence du mode de conception du manuel : en effet les professeurs collaboraient dans l'équipe d'auteurs avec des informaticiens. Ils étaient donc à même d'indiquer directement leurs idées en termes de représentations dynamiques ; et également d'exercices interactifs. Pour le manuel Hachette, on retient une présence plus importante des liens avec d'autres disciplines : les énoncés d'exercices ou de problèmes sur les fonctions font fréquemment référence à des contextes issus des sciences physiques, de l'économie etc. Ceci est également une conséquence du mode de conception du manuel, par une équipe en lien avec l'APMEP qui dispose d'un riche répertoire de problèmes. En revanche il ne s'agit pas de possibilités spécifiques au support digital, la même chose aurait pu être dite du manuel papier.

5. CONCLUSION

Au moment où nous effectuons ces travaux, il est clair que nous nous trouvons à une période de transition entre différents types de ressources éducatives qui peuvent toutes être désignées comme des manuels scolaires, mais qui revêtent des formes très différentes.

Concernant la forme traditionnelle du manuel papier, les enseignants ont développé de riches critères de choix. Cependant ils ne disposent pas toujours du temps nécessaire pour examiner les manuels et confronter les critères utilisés par chacun avant d'effectuer un choix. L'arrivée de nouvelles formes de manuels va demander le développement de nouveaux critères, et un travail collectif supplémentaire (permettant notamment la consultation de ressources en ligne et leur discussion par des groupes de professeurs).

Concernant les nouvelles formes de manuel, nous allons continuer à approfondir le concept de connectivité et la méthodologie d'analyse associée, qui nous semble pouvoir éclairer de manière significative les possibilités offertes par les manuels numériques. Pour les deux manuels considérés, nous observons, en particulier en analysant la connectivité au niveau macro, que le manuel Hachette correspond à une connectivité dirigée vers l'intérieur du monde de l'éditeur. Le professeur est invité à créer un espace personnel dans la plate-forme de l'éditeur. Mais qu'advient-il lorsque l'abonnement à cette plate-forme arrivera à son terme ? Le manuel Sésamath apparaît comme inscrit dans un réseau plus ouvert de ressources libres que le professeur peut s'approprier. Ceci est en cohérence avec les modes de conception de ces ressources, et le modèle économique sous-jacent. Au niveau micro, le manuel Sésamath réalise une réelle exploitation des figures dynamiques et des exercices interactifs ; alors que la connectivité du manuel Hachette se situe plus dans les liens avec d'autres disciplines, ou entre différents domaines des mathématiques. Les dimensions considérées pour le niveau micro pourraient sans doute intéresser les auteurs de manuels – de même que les critères d'analyse de manuels papier élaborés depuis de nombreuses années par l'APMEP (Bareil, 1975) ont été largement utilisés par les auteurs et les éditeurs de manuels.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADLER, J. (2000). Conceptualising resources as a theme for teacher education. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 3, 205–224.
- ARDITI, S., & BRIAND, J. (2014). Regards croisés de chercheurs, auteurs de manuels et formateurs. Utilisation effective de manuels scolaires par des professeurs des écoles. Pistes pour la formation. In COPIRELEM (Ed.), *Actes du XXI^{ème} colloque de la Copirelem*, Mont-de-Marsan (pp. 37-58).
- BAREIL, H. (1975). Grille d'analyse de manuels scolaires (texte disponible en ligne). <http://www.univ-irem.fr/spip.php?article211>.
- BRUILLARD, E. (2010). Le passage du papier au numérique : le cas du manuel scolaire. In G. GUEUDET & L. TROUCHE (Dir.), *Ressources vives. Le travail documentaire des professeurs en mathématiques* (pp. 217-232). Rennes et Lyon : PUR et INRP.
- BUENO-RAVEL, L., & GUEUDET, G. (2015). Quelles ressources pour les professeurs des écoles et leurs formateurs ? Apports de la recherche en didactique. *Grand N*, 96, 71-89.
- CHEVALLARD, Y. (1991). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble : La Pensée Sauvage Editions (1^{re} édition : 1985).
- CHOPPIN, A. (1992). *Les Manuels scolaires : Histoire et actualité*. Paris : Hachette éducation.
- DAINA, A. (2013). *Utilisation des ressources : de la préparation d'une séquence à sa réalisation dans la classe de mathématiques / cinq études de cas sur la notion d'aire dans l'enseignement primaire genevois*. Thèse de doctorat, Université de Genève.
- FAN, L. (2013). Textbook research as scientific research: towards a common ground on issues and methods of research on mathematics textbooks. *ZDM - The International Journal of Research in Mathematics Education*, 45(5), 765-777.
- FAN, L., ZHU, Y., & MIAO Z. (2013). Textbook research in mathematics education: development status and directions. *ZDM - The International Journal in Mathematics Education*, 45(5), 633-646.
- FAN, L., & ZHU, Y. (2007). Representation of problem-solving procedures: A comparative look at China, Singapore, and U.S. mathematics textbooks. *Educational Studies in Mathematics*, 66, 61-75.
- GOULD, P. (2011). Electronic Mathematics textbooks: old wine in new skins? In *Proceedings of the 5th APEC - Tsukuba conference*, Japan. http://www.criced.tsukuba.ac.jp/math/apec/apec2011/19-20/02_PeterGould-paper.pdf
- GUEUDET, G., & LEBAUD, M.-P. (2016). Comment les enseignants de mathématiques choisissent les manuels ? Étude sur le cas des manuels de seconde, édition 2014. *Repères IREM*, 102, 85-97.
- GUEUDET, G., PEPIN, B., SABRA, H., RESTREPO, A. & TROUCHE, L. (2017). E-textbooks and connectivity : proposing an analytical framework. *International Journal for Mathematics and Science Education*.
- GUEUDET, G., PEPIN, B., SABRA, H., & TROUCHE, L. (2016). Collective design of an e-textbook: teachers' collective documentation. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 19(2-3), 187-203.
- GUEUDET, G., & TROUCHE, L. (2008). Du travail documentaire des enseignants : Genèses, collectifs, communautés. le cas des mathématiques. *Education et Didactique*, 2(3), 7-33.
- HAGGARTY, L., & PEPIN, B. (2002). An investigation of mathematics textbooks and their use in English, French and German Classrooms: who gets an opportunity to learn what? *British Educational Research Journal*, 28(4), 567-590.
- HIEBERT, J., & CARPENTER, T. (1992). Learning and teaching with understanding. In D.A. GROUWS (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 65-97). New York : Macmillan.
- HOYLES, C., KALAS, I., TROUCHE, L., HIVON, L., NOSS, R., & WILENSKY, U. (2010). Connectivity and virtual networks for learning. In C. HOYLES & J.-B. LAGRANGE (Eds.), *Mathematical education and digital technologies: Rethinking the terrain* (pp. 439-462). New York : Springer.
- IGEN & IGAENR (2013). *La structuration de la filière du numérique éducatif : un enjeu pédagogique et industriel* (rapport disponible en ligne). <http://www.education.gouv.fr/cid73971/la-structuration-de-la-filiere-du-numerique-educatif-un-enjeu-pedagogique-et-industriel.html>
- JONES, K., BOKHOVE, C., HOWSON, G., & FAN, L. (Eds.) (2014). *Proceedings of the International Conference on Mathematics Textbook Research and Development (ICMT-2014)*, Southampton, GB, University of Southampton. <http://eprints.soton.ac.uk/374809/>
- JONES D. L., & TARR, J. E. (2007). An examination of the levels of cognitive demand required by probability tasks in middle mathematics textbooks. *Statistics Education Research Journal*, 6(2) 4-27.
- MANGIANTE-ORSOLA, C. (2011). Etude du processus d'appropriation de ressources par des

- professeurs des écoles enseignant les mathématiques : entre travail au quotidien et développement des pratiques. In *Le travail enseignant au XXI^e siècle. Perspectives croisées : didactiques et didactique professionnelle, Actes du Colloque international INRP*, Lyon, 16-18 Mars 2011.
- PEPIN, B., GUEUDET, G., YERUSHALMY, M., TROUCHE, L., & CHAZAN, D. (2015). E-textbooks in/for Teaching and Learning Mathematics: A Disruptive and Potentially Transformative Educational Technology. In L. ENGLISH, & D. KIRSHNER (Eds.), *Handbook of International Research in Mathematics Education* (pp. 636-661). New York : Taylor & Francis.
- REMILLARD, J. T. (2005). Examining key concepts in research on teachers' use of mathematics curricula. *Review of Educational Research*, 75(2), 211-246.
- REZAT, S. (2012). Interactions of teachers' and students' use of mathematics textbooks. In G. GUEUDET, B. PEPIN & L. TROUCHE (Eds.), *From Text to 'Lived' Resources. Mathematics Curriculum Materials and Teacher Development* (pp. 231-246). New York : Springer.
- SABRA, H., & TROUCHE, L. (2011). Collective design of an online math textbook: when individual and collective documentation works meet. In M. PYTLAK, T. ROWLAND, & E. SWOBODA (Eds.), *Proceedings of CERME 7* (pp. 2356-2366), University of Rzeszow, Poland.
- SHIELD, M., & DOLE, S. (2008). A methodology for evaluating middle-years mathematics textbooks. Paper presented at ICME 11, Monterrey, Mexico.
- TEMPIER, F. (2010). Une étude des programmes et manuels sur la numération décimale au CE2. *Grand N*, 86, 59-90.
- TROUCHE, L. (2016). Connectivity in mathematics education : Drawing some lessons from the current experiences and questioning the future of the concept. In J. MONAGHAN, L. TROUCHE, & J. BORWEIN (Eds.), *Mathematics and tools, instruments for learning* (pp. 433-466). New York : Springer.

MANUELS SCOLAIRES

- BARBAZO, E. (Dir.), ABADIE, M.-L., GRIHON, D., LAFARGUE, B., MAIMARAN, S., & POLLET-MOURLAN, S. (2014). *Mathématiques seconde*. Paris : Éditions Hachette Éducation.
- SÉSAMATH (2014). *Maths 2^{de}, statistiques probabilités, fonctions, géométrie : manuel collaboratif*. Paris : Magnard.
http://mep-outils.sesamath.net/manuel_numerique/?ouvrage=ms2_2014