



HAL
open science

Comment les élèves justifient le choix d'un téléphone portable ?

Raphaël Chalmeau, Claire Since, Sylvain Méallet

► To cite this version:

Raphaël Chalmeau, Claire Since, Sylvain Méallet. Comment les élèves justifient le choix d'un téléphone portable?. *Éducation & Didactique*, 2020, 14 (3), pp.91-112. <10.4000/educationdidactique.7866>. <hal-04233571>

HAL Id: hal-04233571

<https://hal.science/hal-04233571v1>

Submitted on 13 Sep 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 - Attribution - Non-commercial use - No Derivative Works - International License

Comment les élèves justifient le choix d'un téléphone portable ?

Prendre en compte différentes dimensions du développement durable pour problématiser à l'école primaire

How do schoolchildren justify the choice of a mobile phone? Linking different dimensions of sustainable development to problematize in primary school

Raphaël Chalmeau, Claire Since et Sylvain Méallet



Édition électronique

URL : <https://journals.openedition.org/educationdidactique/7866>

DOI : 10.4000/educationdidactique.7866

ISSN : 2111-4838

Éditeur

Presses universitaires de Rennes

Édition imprimée

Date de publication : 25 novembre 2020

Pagination : 91-112

ISBN : 978-2-7535-8206-4

ISSN : 1956-3485

Référence électronique

Raphaël Chalmeau, Claire Since et Sylvain Méallet, « Comment les élèves justifient le choix d'un téléphone portable ? », *Éducation et didactique* [En ligne], 14-3 | 2020, mis en ligne le 05 janvier 2022, consulté le 10 octobre 2022. URL : <http://journals.openedition.org/educationdidactique/7866> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/educationdidactique.7866>

COMMENT LES ÉLÈVES JUSTIFIENT LE CHOIX D'UN TÉLÉPHONE PORTABLE ?

PRENDRE EN COMPTE DIFFÉRENTES DIMENSIONS DU DÉVELOPPEMENT DURABLE POUR PROBLÉMATISER À L'ÉCOLE PRIMAIRE

Raphaël Chalmeau

Structure fédérative de recherche – Apprentissages, Enseignement, Formation
(SFR-AEF), INSPÉ de l'académie de Toulouse, Université Jean Jaurès, Toulouse,
INSPÉ site de Croix de Pierre, 181 avenue de Muret, BP 63215, 31027 Toulouse
Cedex 3 (raphael.chalmeau@univ-tlse2.fr)

Claire Since

INSPÉ de l'académie de Toulouse, Université Jean Jaurès, Toulouse

Sylvain Méallet

INSPÉ de l'académie de Toulouse, Université Jean Jaurès, Toulouse

L'analyse de plusieurs moments d'une séquence d'apprentissage menée dans deux classes de cycle 3 (CM1 et CM2) porte sur la justification et l'argumentation autour d'un choix fictif de téléphone portable. Pour nourrir la capacité argumentative des élèves, des apports documentaires variés visent à enrichir les dimensions du développement durable impliquées dans ce choix, notamment les dimensions éthiques et sociales qui sont absentes lors d'un recueil en pré test. L'analyse d'un débat illustre l'avancée de la problématisation avec ces élèves et témoigne de la possibilité d'appréhender la multiréférentialité avec un premier regard systémique.

Mots-clés : EDD, problématisation, systémique, complexité, multiréférentialité, école primaire.

How do schoolchildren justify the choice of a mobile phone? Linking different dimensions of sustainable development to problematize in primary school

The analysis of several moments of a learning sequence conducted in two cycle 3 classes (CM1 and CM2) focuses on the justification and argumentation around a fictitious choice of mobile phone. To nurture the students' argumentative capacity, various documentary contributions aim to enrich the dimensions of sustainable development involved in this choice, in particular the ethical and social dimensions that are absent from a pre-test collection. The analysis of a debate illustrates the progress of problematization with these students and testifies to the possibility of apprehending multi-referentiality with a first systemic look.

Keywords: ESD, problematization, systemic, complexity, multi-referentiality, primary school.

INTRODUCTION

L'éducation au développement durable (EDD) a fait son entrée dans le curriculum en France avec la première circulaire de 2004¹. À l'origine, le ministère de l'éducation nationale présentait le développement durable par le croisement de 3 dimensions principales (sociale, économique, environnementale) qui se sont enrichies par la suite des dimensions culturelles et de gouvernance (Diemer, 2013). Cet objet éducatif était déjà qualifié de complexe par le ministère qui incitait les enseignants à mettre en œuvre une démarche systémique avec les élèves. À l'école primaire, cette EDD s'est centrée autour d'activités dans l'environnement proche ayant du sens pour des élèves de cet âge, avec une inscription dans des projets pédagogiques autour du tri des déchets, du jardin potager, de la mare, etc. (Giordan & Souchon, 2008; Girault & Sauvé, 2008; Lange & Martinand, 2010; Pellaud, 2011). La dimension environnementale reste souvent la plus abordée par les enseignants du premier degré, à la fois pour des raisons curriculaires (ancrages dans les programmes) et aussi parce que cela correspond à la représentation que les enseignants du premier degré ont de cette EDD (Fortin-Debart & Girault, 2007; Chalmeau *et al.*, 2016). Nous proposons dans cette recherche d'aborder avec les élèves les dimensions sociales, éthiques et économiques autour d'un objet de consommation devenu usuel dès le collège : le téléphone portable. Une étude avec des lycéens (Albe, 2005ab) a déjà montré que les élèves du second degré parviennent à mobiliser des arguments variés et à construire une problématisation. Qu'en est-il pour des élèves de l'école élémentaire ? Dans quelle mesure peuvent-ils faire preuve d'une capacité à problématiser ? Peuvent-ils déjà mobiliser un questionnement éthique pour guider un choix de consommation ? C'est autour de ces questions que nous proposons d'explorer les arguments et justifications utilisés par les élèves d'une classe de CM1 et d'une classe de CM2 dans l'achat fictif d'un téléphone portable.

CADRE THÉORIQUE

Éducation au développement durable et complexité

D'après Morin (2005, p. 21), la complexité comprend nécessairement « des incertitudes, des

indéterminations, des phénomènes aléatoires ». En somme, être face à quelque chose de complexe, c'est être face à « l'incertitude au sein de systèmes richement organisés ». Penser en complexité permet de concevoir l'organisation, de relier, de contextualiser, de globaliser, mais en même temps de reconnaître le singulier et le concret (Morin *et al.*, 2003). Ce concept de complexité est caractérisé par le flou, l'incertain, l'imprévisible, l'ambiguïté et l'aléatoire (Donnadieu *et al.*, 2003). Comme Diemer (2013) le précise, la complexité apparaît d'abord comme un phénomène quantitatif puisque Morin (2005, p. 48) la définit comme « l'extrême quantité d'interactions et d'interférences entre un très grand nombre d'unités ». Par ailleurs, elle combine également des dimensions qualitatives, comme l'incertitude et l'imprévisibilité (Thibault, 2013). Hertig (2018, p. 100) qualifie un système comme étant complexe « dès lors que son comportement est imprévisible et génère donc de l'incertitude ». Enfin, comme Favre (2015; 2017, p. 321) le précise, la complexité dans les questions « d'éducatives » réside également dans le fait qu'elle est « à la fois objet d'apprentissage et approche pédagogique ou didactique ».

La première circulaire de 2004² appelait déjà à une approche systémique et en 2011³, une nouvelle circulaire a réaffirmé dès la première phrase la finalité de l'éducation au développement durable en ces termes : c'est « de donner au futur citoyen les moyens de faire des choix en menant des raisonnements intégrant les questions complexes du développement durable qui lui permettront de prendre des décisions, d'agir de manière lucide et responsable, tant dans sa vie personnelle que dans la sphère publique ». Cette circulaire incite donc à travailler des questions complexes en EDD avec les élèves pour leur donner les moyens de faire des choix éclairés, de construire une « opinion raisonnée » (Lange & Victor, 2006). Cela rejoint la position de Marquat et Diemer (2014, p. 3) qui préconisent pour l'éducation au développement durable de « développer une méthodologie permettant d'observer, de comprendre, d'analyser, de penser et d'agir avec responsabilité, créativité et esprit critique ». Ainsi, l'apport d'information est nécessaire pour enrichir la pensée, pour la complexifier, pour que les élèves puissent exercer leur propre esprit critique.

Complexité et démarche systémique

Morin (1999) propose sept principes pour développer une pensée qui relie et entre dans la complexité, le premier principe étant celui de la systémique. La démarche systémique, née dans les années 50 aux États-Unis et utilisée en France dès les années 70, est déjà appliquée dans de nombreux domaines (économie, biologie, physique, social... ; Donnadiou *et al.*, 2003 ; Durand, 2010 ; Sommer & Lücken, 2010). Antérieurement, le physiologiste von Bertalanffy est considéré comme le fondateur du concept de système ouvert avec une publication dès 1937, puis son ouvrage majeur « Théorie générale des systèmes » publiée en 1968 (1973 pour l'édition française). Il a introduit la notion de système considérant que pour comprendre des ensembles, il est nécessaire de connaître non seulement les éléments mais encore leurs relations entre eux ainsi que leurs interactions avec l'environnement. Un système se définit comme « un complexe d'éléments en interaction ». La notion de système sous-tend le concept de totalité, selon lequel le « tout est plus que la somme des parties » (von Bertalanffy, 1973, p. 53). Pour de Rosnay (1975, p. 93), « un système est un ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisés en fonction d'un but ». D'après cet auteur, la complexité est définie par les facteurs suivants : une grande variété des composants (avec fonctions spécialisées), des éléments organisés en niveaux hiérarchiques internes, l'existence d'interactions non linéaires, la difficulté de dénombrer de façon exhaustive les éléments qui constituent le système et la grande variété des liaisons possibles.

L'approche systémique, contrairement à l'approche analytique, permettrait donc d'aborder des objets complexes. Elle repose sur un certain nombre de concepts comme la rétroaction et la régulation (feed-back), mécanismes nécessaires au système pour s'organiser et se réorganiser (Donnadiou & Karsky, 2002). En effet, un système dynamique évolue dans le temps en maintenant son équilibre interne (homéostasie) tout en s'adaptant à l'évolution de son environnement (Clergue, 1998). Les relations entre complexité et systémique ne sont pas toujours clarifiées : ces termes sont parfois utilisés comme synonymes, ou désignant un processus et une finalité, ou encore l'un étant une dimension de l'autre. Un système est considéré comme complexe « en raison de la multiplicité de ses éléments (naturels, techniques, écono-

miques et sociaux) et de leurs interactions, mais aussi de la diversité de ses comportements dynamiques » (Bérard, 2009, p. 2). Par exemple, Donnadiou et Karsky (2002) associent ces deux termes en définissant les systèmes hypercomplexes comme étant à la fois clos et ouverts, définis par leurs relations, hiérarchisés en niveaux d'organisation, existant pour un but et étant auto-organiseurs. En didactique, Horst (1989), lorsqu'il présente la pensée de von Bertalanffy, définit les systèmes comme des ensembles complexes et organisés, caractérisés par des variables interdépendantes. Pour Le Moigne (1977), un des buts de la systémique serait de modéliser la complexité.

L'EDD s'inscrit dans une démarche systémique où il s'agit pour les élèves d'appréhender et de mettre en relation des dimensions sociales, économiques et environnementales tout en s'interrogeant sur les impacts des choix de société en termes d'éthique. Le problème étudié combine une multiréférentialité de savoirs, d'acteurs, d'espaces et de temporalités avec des régulations et des rétroactions entre les différents éléments qui en font un système dynamique (Pellaud, 2002, 2011 ; Lange, 2018). Le développement durable, et son éducation, impliquent la mise en relation de savoirs des sciences humaines et sociales et des sciences de la nature et de l'environnement, savoirs qui sont ancrés dans un système de valeurs (Audigier *et al.*, 2011 ; Jenni *et al.*, 2013 ; Chalmeau *et al.*, 2016). Pour pouvoir appréhender des situations complexes, l'EDD doit s'appuyer sur une approche systémique et doit s'accompagner nécessairement d'une démarche réflexive de la part des élèves (Diemer, 2013 ; Diemer & Marquat, 2014). Hertig (2015, 2017) promeut une véritable éducation à la complexité dans le domaine de l'EDD.

Comment amener les élèves à saisir les liens complexes qui permettent de penser le développement durable ? Comment leur permettre de se forger leur propre réflexion et un esprit critique sur cette question (Girault & Sauvé, 2008 ; Léna *et al.*, 2015 ; Lange, 2015) ? Assaraf et Orion (2005) ont travaillé sur les compétences cognitives mises en œuvre par des élèves de collège pour mobiliser une pensée systémique sur le thème du cycle de l'eau. Les résultats montrent que deux facteurs principaux sont à l'origine des différences de progrès des élèves : les capacités cognitives individuelles des élèves et leur niveau de participation aux activités d'intégration des connaissances au cours de leur apprentissage fondé sur la recherche. Cette étape d'acquisition de l'infor-

mation est essentielle afin de développer une pensée systémique et d'introduire une pensée critique chez les élèves. C'est par cet apport de connaissances et les relations qu'il ou elle pourra tisser entre ces informations qu'il ou elle va enrichir sa compréhension du monde (Buty & Plantin, 2009). Pour Diemer (2013, p. 249), « l'éducation systémique doit ainsi permettre aux apprenants d'acquérir les informations nouvelles et de s'en servir plus efficacement dans leurs actions ». Il suggère pour cela de transmettre « un savoir « minimum » en écologie, en économie et en sociologie de manière à bousculer [leurs] modes de pensée. Ce savoir ne devra être ni trop simpliste, ni trop schématique. Il doit [leur] permettre d'enrichir [leur] compréhension du monde en intégrant les informations nouvelles issues des différents domaines de compétence » (p. 250). Ces savoirs constitueront alors des apports à articuler avec les savoirs préexistants de l'élève et fourniront des nouvelles possibilités d'exercer son esprit critique, notamment au cours d'échanges et de discussions entre élèves.

Le débat pour construire une pensée critique

En 2008, 2012 et 2016, les débats ne cessent d'occuper une part de plus en plus importante dans les instructions officielles françaises et ne sont plus seulement utilisés en éducation civique mais dans toutes les disciplines, dont les apprentissages scientifiques et notamment sur des questions liées à l'EDD. Pour Bader (2003), le but dans « apprendre à débattre » est d'outiller les jeunes citoyens québécois afin qu'ils se considèrent aptes à participer aux controverses sociotechniques et à négocier avec les savoirs experts. De même, selon Driver, Newton et Osborne (2000), développer l'argumentation en classe de sciences autour de questions controversées représente un enjeu éducatif important pour la démocratisation des technosciences.

Les questions scientifiques controversées s'inscrivent dans un mouvement éducatif (Sciences-Technologies-Société, STS) émergeant dans les années soixante-dix dont l'objectif est de faire comprendre aux élèves les liens entre sciences, technologies et société. Il s'agit de questions soulevant des opinions divergentes et qui ont des implications dans plusieurs domaines (biologique, social, éthique, économique, politique...). Dans le monde francophone, ces questions socialement vives (QSV,

Legardez & Simonneaux, 2006) font l'objet de débats et sont porteuses d'incertitude, de controverses, voire de conflits. Un enjeu est de développer des prises de décision réfléchies chez les élèves (surtout dans le second degré), en comprenant que la science se construit, qu'elle porte des valeurs, et qu'elle est indissociable de la société (Lange & Victor, 2006; Dupont & Panissal, 2015; Janner-Raimondi, 2017). Cet enjeu éducatif peut s'inscrire dans une « éducation au choix » dans le domaine de l'EDD.

Dans le domaine de l'EDD et des QSV, un débat de dissensus peut être l'objectif de l'enseignant dans la mesure où il permet aux élèves de prendre conscience d'arguments situés par des acteurs (Albe, 2006, 2009; Giral, 2011; Panissal, 2017; Chalmeau *et al.*, 2019a). Le débat en sciences lors de l'interprétation des résultats à la suite des investigations peut être davantage considéré comme un débat de consensus, dans lequel les élèves doivent parvenir à une position commune (Garcia-Debanco, 1995; Jaubert & Rebière, 2001; Schneeberger & Ponce, 2003; Jacobi & Peterfalvi, 2004; Buty & Plantin, 2009; Chalmeau *et al.*, 2019b). En revanche, en début de séquence, le débat s'inscrit dans le cadre de la problématisation qui vise principalement un repérage des points de désaccord entre élèves et des arguments qui les justifient, afin de les formaliser sous forme d'hypothèses à éprouver (Orange, 2003). Dans ce contexte, le débat contribue au processus de problématisation considéré comme central dans les apprentissages scientifiques puisqu'il permet aux élèves d'explorer le champ des possibles (Orange *et al.*, 2001). En effet, en didactique des sciences, le processus de problématisation dans les situations d'apprentissage permettra aux élèves de ne pas rester dans une connaissance commune mais d'accéder à un savoir scientifique (Orange, 1999, 2003). En centrant le regard didactique sur le processus de problématisation plutôt que seulement sur la finalité du débat, « les controverses vont conduire les élèves à confronter les explications possibles, ce qui va permettre aux élèves d'identifier un certain nombre de contraintes qui n'étaient pas présentes dans la question de départ » (Orange, 1999, p. 89).

Quoi qu'il en soit, l'utilisation de situation-débat concentre de nombreux intérêts. Les intérêts langagiers et cognitifs en premier lieu : argumenter permet d'affiner sa propre compréhension par des efforts de formulation, de trier soi-même les informations utiles ou non, de faire du lien dans ses propres connaissances et d'accroître ainsi son pouvoir explicatif. Les

pratiques argumentatives des élèves, étudiées principalement dans le secondaire et le supérieur, sont analysées selon leur nature et leur contenu. Il s'agit le plus souvent d'identifier des propositions avec ou sans justification, des oppositions et des réfutations, des expressions d'accord ou de désaccord, de répétitions, de reformulations (Simonneaux, 2003; Weisser *et al.*, 2003; Albe, 2006; Giral & Legardez, 2011).

Le débat permet aussi de faire vivre des démarches scientifiques car la confrontation des idées amènera à questionner la validité ou la vérifiabilité des arguments. Schneeberger, Robisson, Liger-Martin et Darley (2007) expliquent à ce sujet que le débat permet de scolariser les pratiques discursives de la communauté scientifique. Le débat constitue également un terrain propice au développement des savoirs-être puisqu'il s'agit de remettre ses opinions en question, de faire preuve d'écoute et de prise en compte des arguments de chacun et de cultiver son esprit critique (Schneeberger & Ponce, 2003; Giral, 2013). Le débat, comme d'autres dispositifs pédagogiques tels que le travail en binôme ou la production de cartes heuristiques, peut ainsi permettre de travailler sur des notions complexes (Sommer & Lücken, 2010; Léna, Julien & Chalmeau, 2015; Hertig, 2018).

Éduquer au choix autour de QSV(E)

Dans son étude avec des élèves de Première autour de la controverse de la dangerosité des téléphones portables, Albe (2005a, 2005b) montre que la discussion sociale de la controverse, à l'aide d'un jeu de rôle, a permis aux élèves de co-construire des connaissances scientifiques. Les élèves, pour défendre leur position, se sont centrés sur la recherche de preuves scientifiques. Dans notre étude nous avons choisi une controverse qui concerne plus directement les élèves dans leur vie quotidienne avec l'acquisition fictive d'un smartphone, que tous les élèves connaissent sans forcément en posséder un pour l'instant. Le débat auquel ils vont participer vise une discussion constructive, basée sur des arguments, « où il est question de convaincre mais également de se laisser convaincre par l'autre » (Panissal, 2017, p. 372). Ce choix de futur consommateur représente un problème complexe puisqu'il peut faire appel à différents domaines (éthique, économique, social, politique, technique, environnemental, etc.). Nous situons donc ce débat comme étant un débat argu-

menté qui s'inscrit dans le champ des « éducations à » (Giral, 2013). Ce dispositif pédagogique a été choisi pour tenter de répondre à deux questions principales : Comment vont-ils intégrer de nouvelles informations pour enrichir et justifier leur choix ? Quelle conscience ont les élèves des implications d'un choix de consommation ? Ces deux questions ont guidé la construction de notre scénario pédagogique.

Dans son étude avec les lycéens, Albe (2005b) indique que les documents et les supports utilisés par les élèves ont amené une richesse au débat en nourrissant les arguments des défenseurs et des opposants. Dans notre cas, nous ne souhaitons pas confronter les élèves à une pensée binaire, mais davantage à les initier à une pensée systémique. Par ailleurs, nous avons choisi de ne pas avoir recours au jeu de rôle car l'un de nos objectifs principaux est d'analyser les justifications et les argumentations des élèves de l'école élémentaire face à une forme de dilemme moral. Nous voulions donc que le positionnement des élèves soit réel et non conditionné par un personnage pour qu'ils fassent eux-mêmes le choix des arguments, c'est pourquoi le débat argumentatif a été choisi. Du point de vue de l'apport d'informations, nous avons proposé un catalogue de téléphones réunissant des caractéristiques et servant d'appui pour la discussion, comme dans l'étude de Albe (2005b) où des documents scientifiques sont distribués aux élèves afin de nourrir le débat.

QUESTION DE RECHERCHE

Diemer (2013) justifie l'utilisation d'une approche systémique en EDD pour permettre aux apprenants d'acquérir les informations nouvelles. Cette étape d'acquisition de l'information est essentielle afin de permettre l'introduction d'une pensée critique chez les élèves. Le but de notre étude est d'analyser la prise en compte des informations de différentes dimensions (éthiques, sociales, économiques, environnementales, techniques) au sujet d'un même objet : le smartphone, afin de mettre en relation la multiplicité des acteurs et les échelles de temps et d'espace.

La question de recherche porte sur la possibilité pour des élèves de cycle 3 de mobiliser et d'articuler des informations relatives à différentes dimensions pour s'engager dans une activité de problématisation lors d'un débat, en exerçant son esprit critique et en argumentant son choix.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Population

L'étude porte sur deux classes de cycle 3 de la métropole toulousaine : une classe de CM1 de 26 élèves (12 filles et 14 garçons) et une classe de CM2 de 28 élèves (17 filles et 11 garçons). Les élèves sont âgé-e-s de 8 à 10 ans.

Contexte et déroulement

Une séquence interdisciplinaire d'EDD sert de contexte à cette étude et au recueil de données. La trame suivie est identique dans les deux classes. Il s'agit dans un premier temps de recueillir les conceptions initiales des élèves au sujet de l'achat hypothétique d'un smartphone (T0). Pour cela, nous leur demandons de lister toutes les questions qu'ils poseraient pour choisir un smartphone.

La séquence débute véritablement autour du problème du choix, et pour documenter et enrichir les dimensions qui peuvent influencer ce choix, nous proposons aux élèves des apports documentaires de diverses natures (annexe 1). Chaque sujet et chaque document donnent lieu à une discussion collective pour échanger autour des questions et réactions des élèves. À la suite de ces séances d'apports documentaires et de discussion, un nouveau recueil est effectué (T1) sur la base d'un questionnaire similaire au premier (T0).

Une nouvelle phase dans la séquence consiste à demander aux élèves de choisir entre 4 téléphones en fonction de caractéristiques techniques, économiques, sociales et environnementales (tableau 1 et annexe 2).

Nous recueillons leur choix et leur justification avant (T2) et après (T3) la mise en œuvre d'un débat

en classe afin d'évaluer les éventuels changements d'avis suite aux échanges entre élèves.

Enfin, le verbatim du débat est analysé dans le but de relever la nature des arguments échangés et les éventuelles controverses autour de ces choix de téléphones.

Analyse quantitative et qualitative des corpus

La nature des corpus analysés sont synthétisés dans le tableau suivant (tableau 2).

Tableau 2 : Déroulement du recueil des données des différents corpus au cours de la séquence d'apprentissage

Nom du corpus	Nature et description du corpus
T0	Écrit individuel (questions que je pose pour m'aider à choisir un téléphone)
Séances d'apports documentaires (cf. tableau 1 et annexe 1)	
T1	Écrit individuel (questions que je pose pour m'aider à choisir un téléphone) à la suite des apports documentaires
T2	Écrit individuel du classement des 4 téléphones et justification du choix
Débat pour présenter et discuter ses choix	
T3	Écrit individuel du classement des 4 téléphones et justification du choix à la suite du débat

L'analyse quantitative évalue le nombre de dimensions convoquées par les élèves en T0 et en T1. L'analyse qualitative catégorise les propos des élèves en T0 et T1 dans les dimensions concernées. L'analyse quantitative et qualitative se poursuit en identifiant et en comptabilisant les dimensions évoquées par les élèves en T2 et T3 (Paillé & Mucchielli, 2003).

Tableau 1 : Répartition des différents paramètres (scores de 1 à 4, 1 étant un paramètre premier et 4 un paramètre peu pris en compte) dans les caractéristiques des 4 téléphones proposés au choix des élèves (cf. annexe 2 pour les documents fournis aux élèves)

Dimensions	Téléphone 1	Téléphone 2	Téléphone 3	Téléphone 4
Environnement	3	1	2	4
Éthique et social	4	2	3	1
Prix	1	3	4	2
Caractéristiques techniques	2	4	1	3

Lors du débat, le verbatim des échanges permet une analyse qualitative de la nature des arguments mobilisés sur trois dimensions principales :

- dynamique globale du débat et présence éventuelle de controverses ;
- description de la qualité argumentative des échanges à l'aide de la présence de connecteurs et des marques d'accord et de désaccord (Plantin, 1996 ; Weisser *et al.*, 2003 ; Albe, 2006) ;
- présence d'arguments caractérisant une notion complexe, notamment l'articulation de différentes dimensions (Morin, 2005 ; Hertig, 2018).

RÉSULTATS

Dimensions du développement durable mobilisées

D'un point de vue quantitatif, les questions posées par les élèves en T0 sont au nombre de 249 (pour 52 élèves présents) et de 299 en T1 (pour 50 élèves présents). On relève de 1 à 9 questions différentes par élève en T0 et de 1 à 19 questions différentes par élève en T1, ce qui indique globalement un enrichissement de la diversité des questions posées.

Du point de vue qualitatif, l'ensemble des questions a fait l'objet d'une catégorisation en vue de révéler les dimensions liées au développement durable. Le tableau 3 présente ces 9 dimensions et les illustre par quelques exemples.

Nous ne relevons pas de différences entre CM1 et CM2 quant au nombre de dimensions mobilisées que ce soit en T0 ou en T1 (test de Mann-Whitney, T0 : $U = 249$, $z = 1,62$; $p > 0,025$; T1 : $U = 237,5$; $z = 1,45$;

$p > 0,025$). En revanche, ce nombre de dimensions prises en compte par les élèves augmente entre T0 et T1 : on passe de 3,1 à 3,8 dimensions en moyenne par élève (différence significative, test de Wilcoxon, p -value = 0.00275).

Par ailleurs, la nature des questions évolue : les élèves sont centrés sur les caractéristiques techniques, l'esthétique et sur la marque en début de séquence, ces dimensions regroupent plus de 90 % des questions. À la suite des apports documentaires, ces trois premières dimensions diminuent au profit des dimensions environnementale et sociale notamment (cf. figure 1).

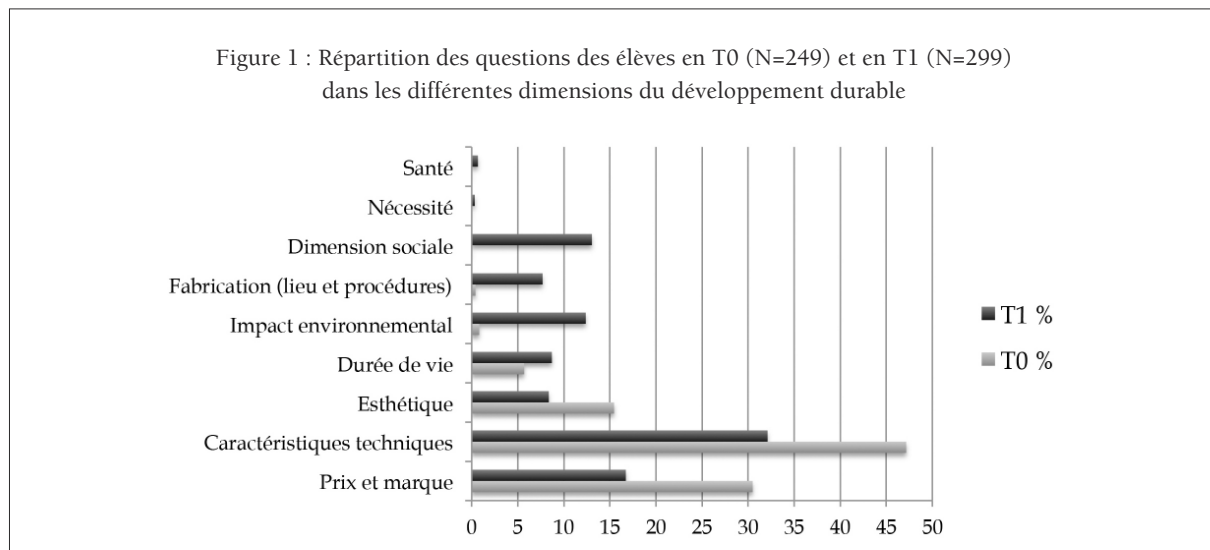
D'un point de vue individuel, trois profils se dessinent. Certains posent des questions qui relèvent d'autant de dimensions en T0 et en T1 (10 élèves sur 48). D'autres voient le nombre de dimensions diminuer après l'apport d'informations (12 élèves sur 48). Enfin, les plus nombreux sont ceux qui posent des questions plus diversifiées en T1, qui appartiennent à de nouvelles dimensions (26 élèves sur 48) illustrées par les différents documents. Cette majorité d'élève est à l'origine du changement global observé dans la figure 1. Les nouvelles questions apparues sont en lien direct avec différentes problématiques abordées par les contenus documentaires (les impacts sociaux et environnementaux de la fabrication des téléphones, la question du recyclage).

Justification individuelle d'un choix d'un téléphone

En s'appuyant sur les documents, les élèves devaient classer 4 téléphones par ordre de préférence

Tableau 3: Catégorisation des questions des élèves posées en T0 et en T1 (les 3 dernières catégories n'apparaissent qu'en T1)

Catégories	Exemples
Prix et marque	Quel est le prix? Quelle est la marque?
Caractéristiques techniques	Quelle est sa taille? Quelle est sa capacité de mémoire?
Esthétique	Est-il stylé? Quelle est sa couleur?
Durée de vie	Est-ce qu'il me servira longtemps? A-t-il une garantie?
Impact environnemental	La fabrication pollue-t-elle la nature? A-t-il des métaux rares?
Fabrication (lieu et procédures)	Où est-il fabriqué? Comment est-il fabriqué?
Dimension sociale	Des enfants ont-ils travaillé à sa fabrication? Les ouvriers sont-ils protégés?
Nécessité	Est-ce qu'il va beaucoup me servir?
Santé	Le téléphone est-il bon pour mes yeux?



personnelle et expliquer leur préférence n° 1 (T2, cf. tableau 2). Pour mémoire, plusieurs éléments constituaient la fiche technique (tableau 1 et annexe 2), représentant quatre dimensions du développement durable :

- éléments d'ordre environnemental : pollution globale du téléphone, durée de vie, possibilité ou non d'être réparé et recyclé, lieu de fabrication ;
- élément d'ordre économique : prix du téléphone ;
- éléments d'ordre social et éthique : conditions de travail des employés et répartition des bénéfices issus des téléphones ;
- éléments d'ordre technique : caractéristiques du téléphone (écran, batterie, carte mémoire).

Les élèves choisissent majoritairement les téléphones 3 et 2 et rejettent le 1 et le 4. Ce choix reste le même à la suite du débat (figure 2).

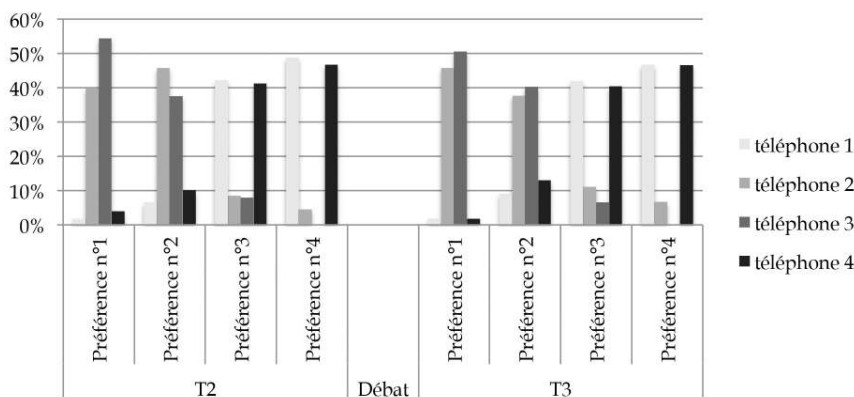
Afin de comprendre ce qui motive leur classement, nous avons demandé aux élèves de justifier leur premier choix (corpus T2). Pour l'ensemble des élèves (N = 49), 137 arguments sont avancés, ce qui représente en moyenne 2,8 arguments par élève. Ce nombre est plus élevé pour les CM2 (3,4 ± 1,2 en moyenne) que pour les CM1 (2,1 ± 1,0 en moyenne). Cette différence est significative (Mann-Whitney, U = 123, z = 3,53; p < 0.025).

Pour justifier leur choix, les élèves utilisent plusieurs arguments issus de catégories différentes, eux-mêmes réinvestis à partir de la lecture des fiches techniques de chaque téléphone (annexe 2). Les téléphones 2 et 3 étant majoritairement choisis, le nombre d'arguments est donc logiquement bien plus élevé pour ces deux téléphones (tableau 4).

Tableau 4 : Nature et nombre d'arguments utilisés pour justifier le choix du téléphone

	Justification téléphone 1	Justification téléphone 2	Justification téléphone 3	Justification téléphone 4
Pollution	0	15	13	0
Possibilité de le recycler, réparer	0	11	14	0
Durée de vie	0	12	9	0
Conditions de travail	0	11	1	1
Partage de l'argent	1	12	2	1
Prix	1	2	2	1
Caractéristiques techniques	0	0	28	0
Choix du téléphone (%)	2	40	54	2

Figure 2 : Choix réalisé par les élèves entre les 4 téléphones proposés, avant et après le débat



Les arguments liés à l'environnement (pollution, possibilité de le recycler/réparer et durée de vie) et les caractéristiques techniques sont les arguments les plus utilisés. Cette observation paraît logique puisque les téléphones 2 et 3, majoritairement choisis, sont les mieux notés en termes de respect de l'environnement (téléphone 2) et en termes de caractéristiques techniques (téléphone 3 ; cf. tableau 1 et annexe 2). On observe aussi que le téléphone 3 génère lui aussi des justifications environnementales puisqu'il est le deuxième mieux noté après le téléphone 2. Le téléphone 2 génère presque autant d'arguments sur l'aspect environnemental que social et éthique. L'argument mis en avant pour le téléphone 1 est son prix et, pour le téléphone 4, il s'agit du prix et des caractéristiques sociales et éthiques, là encore en adéquation avec les caractéristiques mentionnées dans la fiche technique.

D'un point de vue qualitatif, les arguments des élèves ont été catégorisés selon leur nature dans 7 catégories, elles-mêmes étant liées à une (ou plusieurs) dimension(s) du développement durable. Le tableau 5 présente la répartition de la nature des arguments évoqués par les élèves pour justifier leur choix de téléphone.

Nous notons que la catégorie sociale et éthique, absente lors du recueil en T0, est bien remobilisée pour justifier leur choix.

Le débat pour nourrir et rendre compte de la problématisation

On constate que suite au débat, les proportions dans le choix des téléphones restent les mêmes qu'avant le débat (figure 2). Le téléphone 3 reste très

Tableau 5 : Proportion des arguments avancés par les élèves (N = 137) pour justifier leur choix de téléphone, selon leur nature des arguments en relation aux dimensions du développement durable

Dimensions	Nature des arguments	%	
Environnementale	Pollution	20	54
	Possibilité de recycler, de réparer	18	
	Durée de vie	15	
Sociale et éthique	Conditions de travail	10	22
	Partage de l'argent	12	
Économique	Prix	4	24
	Caractéristiques techniques	20	

plébiscité : dans 91 % des cas, il occupe la première ou deuxième position. Sur 51 élèves présents dans les débats, seulement 11 élèves ont changé leur premier choix. Réfléchir aux éventuels changements dans leur classement a amené les élèves à redéfinir leurs priorités concernant les différents paramètres des téléphones, tout en devant réaliser un compromis avec les autres paramètres en jeu. L'analyse du contenu des débats illustre la dynamique de la réflexion des élèves.

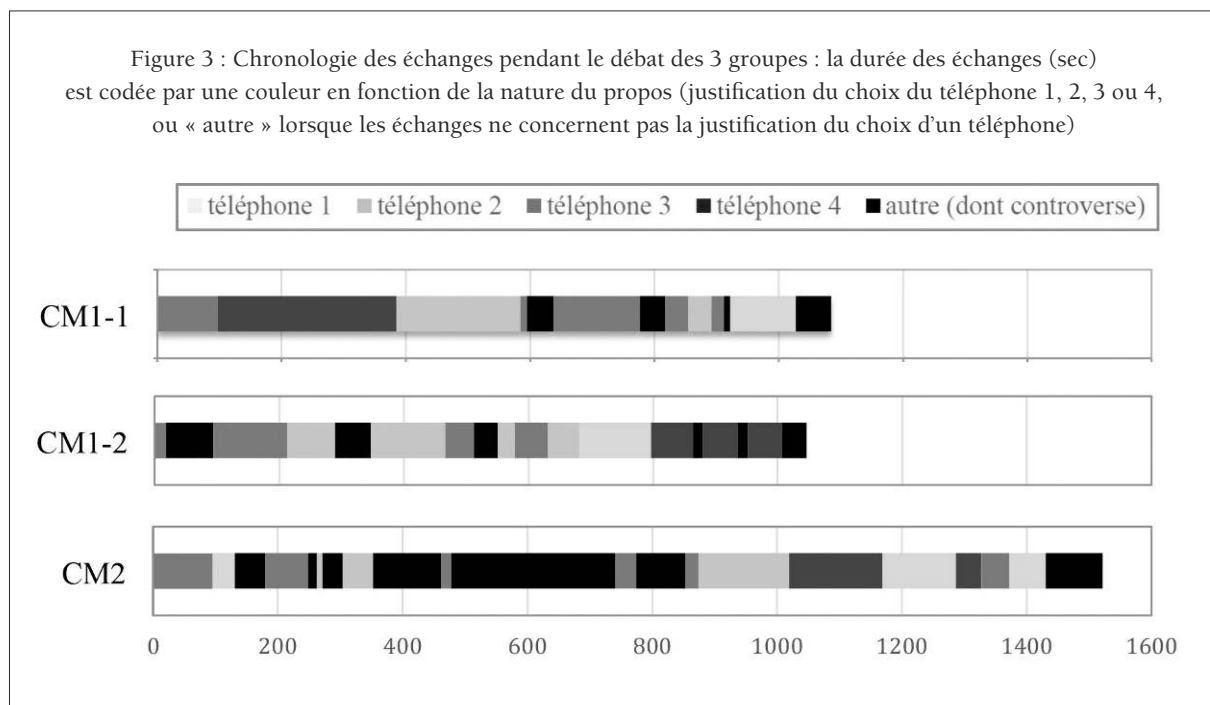
Dynamique globale des débats

Le débat a pris différentes formes suivant les classes. Dans la classe de CM2, les élèves ayant pour habitude de débattre lors des conseils de classe, le débat a été mené en classe entière pendant une durée d'environ 30 minutes (25'53", 90 échanges dont 23 par la PE). Tous les élèves ont pris la parole au moins une fois. Dans la classe de CM1, où les élèves n'avaient jamais réalisé de débat, le choix du dispositif en demi-classe est privilégié pour une durée d'environ 20 minutes (18'49" pour le premier groupe de 14 élèves : CM1-1, 50 échanges dont 15 par la PE ; puis 18'12" pour le second groupe de 10 élèves : CM1-2, 99 échanges dont 37 par la PE). Entre ces trois groupes, le temps de parole des élèves varie de 64 % à 71 % du temps total, le reste du temps est

utilisé par les enseignants pour assurer la conduite du débat (étayage, relance, distribution de la parole...).

Afin d'illustrer la dynamique des débats, nous proposons dans la figure 3 de reporter la chronologie des échanges en indiquant à quel téléphone (1, 2, 3 ou 4) font référence les arguments proposés successivement par les élèves. Lorsque dans un échange, une référence explicite à un téléphone (en le nommant) ou à une de ses caractéristiques se manifeste pour justifier un choix, la durée de l'échange prend la couleur du téléphone correspondant. Lorsque le contenu de l'échange porte sur autre chose que sur une telle justification du choix, l'échange est de couleur noire.

En accord avec les justifications individuelles (figure 2 & tableau 4), pour les 3 débats, les justifications échangées concernent, par ordre d'importance, le téléphone 3 (23 %), puis le 2 (20 %), le 4 (18 %) et enfin le 1 (12 %). Le fait que les discussions concernent les 4 téléphones est le résultat des consignes données par les enseignants, ceux-ci veillent en effet à ce que chaque choix ou non choix soit justifié par les élèves. Enfin, d'autres échanges s'affranchissent de cette référence à un téléphone et sa justification ; ils représentent des moments où les divergences et controverses sur les impacts du choix réalisé peuvent se développer (en noir sur la figure 3). Ces moments représentent 14 % du débat



pour le CM1-1, 23 % pour le CM1-2 et 42 % pour le CM2, ce qui correspond à 28 % du temps de débat pour les 3 groupes confondus. Ce graphique illustre la dynamique des échanges, en indiquant pour les trois groupes d'élèves le temps dévolu à la justification du choix de chacun des quatre téléphones ainsi que la présence de controverses à différents moments du débat. D'un point de vue quantitatif, un groupe (CM2) utilise plus de temps que les deux autres groupes (CM1) pour discuter autour de controverses.

Dans la dynamique globale du débat, on note certaines interventions qui consistent uniquement pour l'élève à indiquer son choix et éventuellement à le justifier (Jordan, CM1-1, 1'36", 6^e intervention : « Moi j'ai pris le 4 parce que c'est le moins cher »), sans prendre en compte les échanges précédents. À l'inverse, d'autres élèves interviennent en situant leurs propos par rapport aux arguments précédemment énoncés par leurs camarades (Paco, CM1-1, 3'00", 9^e intervention : « Alors en fait le téléphone 4 c'est celui que j'aime le moins car comme Mathilde l'a dit il est très polluant [...] »). Dans les deux classes, pratiquement la moitié des élèves manifeste des marques de reprise de discours d'autrui dans leurs échanges (9 sur 21 en CM1 et 14 sur 28 en CM2). Dans ce cas de figure, les élèves participent directement à la construction du problème et à la dynamique des échanges en intégrant la proposition de l'autre pour l'appuyer ou la mettre en doute grâce à un contre-argument. Ils sont donc capables de problématiser en s'inscrivant dans la dynamique du débat.

Nature et origine des arguments

Pour formuler leurs arguments, les élèves ont utilisé différentes sources de connaissances, différentes références. Tout d'abord, les arguments fournis par le catalogue de présentation des 4 téléphones (annexe 2) sont majoritairement remobilisés. Ils sont en effet présents dans 58 % des échanges des élèves de CM2, dans 61 % de ceux du groupe CM1-2 et dans 71 % de ceux du groupe CM1-1. Ce résultat est conforme aux consignes données par les enseignant-e-s. Dans ce contexte, l'appropriation d'arguments apparaît plus ou moins intégrée : certains élèves se contentent de lire des passages du catalogue pour justifier leur choix (Moreen, CM2, 20'50", 77^e intervention : « Il a une bonne batterie, on a une mémoire moyenne et un écran grand ») alors

que d'autres relient leurs idées par des connecteurs logiques (parce que, mais, quand même, certes, donc, etc.) pour combiner plusieurs aspects du téléphone entre eux afin d'argumenter ou de contre argumenter (Amber, CM1-2, 12'44", 71^e intervention, « j'ai à peu près le même avis que Loyd, les seuls points positifs que je donne, c'est sur les caractéristiques. Mais quand même sur le partage d'argent c'est pas terrible, parce que c'est les enfants qui travaillent et ils gagnent que 2 %, il n'est pas cher et il ne se recycle même pas alors qu'il ne dure qu'un an, et il est polluant »).

D'autre part, certains savoirs évoqués pendant la séquence, notamment lors des études documentaires, sont en partie réinvestis (Paco, Antonin, Gauvin, tableau 6). Ensuite, les élèves ont aussi fait appel à des références personnelles (Antonin, Clover), issues de leur vie quotidienne, des connaissances du monde qu'ils ou elles possèdent ou encore d'une projection sur autrui permettant de formuler une opinion décentrée (Mathilde : elle illustre le rôle du tiers au sens de Pantin, 1996). Pour les élèves, cette capacité à faire référence à des connaissances extérieures, qu'elles soient valides ou non, démontre chez eux une volonté de justifier leur propos en utilisant un cheminement plus riche que s'ils se contentaient de réinvestir les connaissances indirectement apportées par l'enseignant. Ils sont alors impliqués personnellement dans leur argumentation.

Enfin, certains élèves montrent une prise en compte de l'espace multi-scalaire dans la justification de leur choix en tant que consommateur. Dans les exemples reportés dans le tableau 6 (Yakina, Romy), elles argumentent facilement sur des problématiques qui sont à l'échelle tantôt mondiale, tantôt locale, tantôt individuelle et semblent passer aisément de l'une à l'autre. Ces arguments sont de nature mixte car s'ils relèvent de savoirs scolaires, le fait de les convoquer peut également provenir de la sphère personnelle (familiale notamment).

Divergences et controverses au cours du débat

La figure 3 témoigne globalement d'une durée plus importante pour des échanges controversés en CM2 par rapport aux deux groupes de CM1 (en noir sur la figure). Nous avons pu observer une situation intéressante où les élèves s'affranchissent de la remobilisation d'arguments du catalogue pour faire naître une contro-

Tableau 6 : Arguments invoquant un savoir provenant d'une étude documentaire réalisée lors de la séquence, provenant d'une référence extérieure ou de plusieurs sources (mixte pour scolaire et personnelle)

Étude documentaire à l'origine des arguments	
Paco, CM1-1, 13'40"	[à propos de la dangerosité des conditions de travail] : Dans les mines que les pierres s'effondrent sur eux. Qu'ils sont trop petits les chemins.
Antonin, CM2, 1'35"	Pour tous, on avait vu la dernière fois la moyenne des pourcentages pour les employés, et là on voit que pour tous les téléphones, à part le 1, le 1 c'est égal, c'est plus.
Gauvin, CM2, 22'50"	C'est juste que contre le 3, il faut se rappeler que plus l'écran il est grand, plus ça pollue, et là ils ont une bonne batterie et une bonne mémoire, et dans la batterie et la mémoire il y a des matériaux, comme le néodyme, qui ne sont pas très bons pour l'environnement.
Origine personnelle des arguments	
Mathilde, CM1-1, 15'00"	C'est sur le téléphone 2, moi je pense pas ça mais pour ceux qui pensent comme ça : il est petit donc il est pas trop à la mode pour des gens, enfin moi ça me dérange pas mais pour des gens ça les dérange.
Clover, CM2, 10'47"	[...] par exemple celui de ma mère il a coûté cher mais on l'a quand même renvoyé deux fois là où on l'avait trouvé parce qu'il faisait pas les mises à jour, il y avait plein de problèmes, alors que celui de mon père il a coûté dans les 120 euros et il était de très bonne qualité.
Antonin, CM2, 11'35"	[...] c'est aussi des fois ça coûte cher juste parce que la marque elle est connue. Par exemple, pas forcément sur les téléphones, mais y a des marques d'habits où y a un t-shirt qui peut coûter 1 000 euros alors qu'on peut trouver un autre t-shirt qui est presque pareil mais qui coûte beaucoup moins cher, même pas 40 euros. Aussi des fois c'est juste la marque parce qu'elle est connue.
Origine mixte des arguments	
Yakina, CM1-1, 17'28"	En fait le téléphone 3 aussi je l'ai choisi parce qu'en fait, il est fait Europe, donc ça fait un peu de trajet. Par contre, le 1 il est fait en Chine, du coup il faut plusieurs trajets, il faut aller dans plusieurs pays. Alors que l'Europe c'est notre continent.
Romy, CM2, 23'12"	Moi celui que je choisirais surtout pas, c'est le 1 parce qu'il est assez polluant, il est fabriqué en Chine donc ça fait un long trajet et ça pollue, il y a plus de carburant.

verse autour des conditions de travail des employés. En effet, certains téléphones du catalogue faisaient référence à des conditions de travail dangereuses mettant en danger de mort les employés. Pour deux élèves de CM2, cette situation incitait à l'achat du téléphone pour valoriser un travail difficile et financer des ouvriers qui avaient besoin de cet argent, aussi peu que ce soit, pour vivre. Pour nombre d'autres élèves de la classe, ce paramètre était au contraire une raison de ne pas acheter le téléphone pour ne pas encourager cette exploitation de la pauvreté (tableau 7 pour les arguments liés à cette controverse).

La même controverse a émergé dans le débat de CM1-1, mais de façon moins aboutie et moins partagée (Marwa, 15'30", « Sur le téléphone 3, ce n'est pas parce que les employés sont mal payés que tu dois pas l'acheter. Enfin c'est mieux pour toi que c'est tout bon que les employés »). Devant une situation inacceptable par tous du point de vue éthique, quelles solutions pour un choix de consommation

sans priver des populations déjà très fragiles de leur unique source de revenu ? Le fait que les élèves aient pu produire des arguments autour de ce dilemme concret est un point très significatif de l'avancée de la problématisation. Cette controverse est au cœur des enjeux de développement durable puisqu'elle mobilise un positionnement éthique lié à des valeurs.

Une autre controverse est apparue dans les deux classes autour du prix du téléphone (tableau 8). Certains pensent que le prix élevé garantit une bonne qualité du produit ou une bonne esthétique, alors que d'autres estiment qu'un prix élevé n'est pas nécessairement un gage de qualité mais peut-être une conséquence de la politique commerciale de la marque. Les échanges, moins nombreux en CM1 qu'en CM2, n'ont pas permis de poursuivre et d'enrichir davantage cette controverse. En revanche, dans la dynamique du débat en CM2, cette nouvelle controverse fait suite à la première illustrée dans le tableau 7.

Tableau 7 : Arguments échangés lors du débat en CM2 autour de la controverse suivante : faut-il acheter un téléphone pour améliorer des conditions de travail condamnables ou éviter cet achat pour ne pas les encourager ?

Intervenants	Controverse sur les relations entre l'acte d'achat et les conditions de travail
Alexa, 1'03"	Pour le 3 ^e , les employés ils touchent que 7 % mais ils sont quand même mieux payés que normalement. Et aussi, certes c'est pas dans de très bonnes conditions, mais si on les achète c'est pour leur montrer que on aime bien.
Elen, 3'00"	Moi je trouve que c'est bien aussi de l'acheter le 3, parce que il y en a ils sont morts pour ça et ils ont travaillé dur et tout, donc si on l'achète pas c'est-à-dire qu'on prend pas en compte leur travail, alors que si on l'achète on prend en compte leur travail. Ils auraient fait ça pour rien si on l'achète pas.
Dorine, 3'26"	Je ne suis pas d'accord parce que justement ça veut dire que tu encourages leurs conditions de travail.
Elen, 6'11"	C'est juste par rapport à ce qu'avait dit Dorine, je suis pas contre mais je trouve que, c'est pour reformuler un peu, je trouve que c'est plutôt pour féliciter leur travail plutôt que les encourager sur ça.
Claude, 6'33"	Oui mais si toi tu l'achètes, eux ils vont continuer à le consommer [produire] donc il y a plein de personnes qui vont l'acheter et ainsi de suite et ils vont tous mourir, alors que si tu l'achètes pas, d'accord ça valorise pas leur travail.
Elen, 7'22"	D'accord, mais c'est leur travail, et s'ils gagnent pas l'argent de leur travail ils ne peuvent pas vivre. Donc si on ne l'achète pas, autant dire qu'ils meurent un peu pour rien. On va pas dire qu'ils vont mourir pour quelque chose, mais ils mourront, et là ça n'aura servi à rien ce qu'ils ont fait. Et puis, en plus, ils vont continuer quand même parce que c'est leur travail, et que sans cet argent, ils ne peuvent pas vivre.
Eléa, 8'01"	Je suis complètement d'accord avec Elen parce que moi j'aurais acheté le téléphone numéro 3 parce que, du coup, parce que si y a des personnes qui meurent et que personne n'achète leurs téléphones, ça ne sert complètement à rien.
Ely, 9'02"	Moi, je ne suis pas d'accord avec ce qu'elle a dit Elen, parce que si les gens ils fabriquent le téléphone et qu'on l'achète pas, au moins ils l'auront fabriqué et peut-être qu'il y aura quelqu'un d'autre qui s'en servira.

Ces échanges dans la classe de CM2 reflètent des discussions qui ont eu lieu à d'autres moments sur les marques et leur rôle. Ils témoignent d'une première prise de conscience de la cible qu'ils représentent en tant que futurs consommateurs.

Difficultés rencontrées par les élèves

Pour les élèves de CM1, ce travail sous la forme d'un débat était une nouveauté et trois d'entre eux n'ont pas souhaité prendre la parole. En revanche, la participation au débat n'a pas posé de difficulté aux élèves de CM2 travaillant depuis le début de l'année ce dispositif, ainsi, tous les élèves se sont exprimés. Cependant, dans les deux classes, on peut noter une hétérogénéité dans le nombre et la durée d'intervention pour chacun, due en partie au nombre important d'élèves (dispositif classe entière en CM2), à la nouveauté du dispositif (CM1) et à l'envie plus ou moins forte de chacun pour s'exprimer devant la classe.

Une difficulté de compréhension est formulée au début du débat par une élève du deuxième groupe de CM1 (Ophélie, 27"). Il s'agit de comprendre les éléments figurant sur le catalogue, même si ces derniers ont été déjà abordés en classe. Elle demande à l'enseignant d'explicitier le diagramme intitulé « Partage de l'argent » qui présente des pourcentages de répartition des bénéfices pour chaque téléphone (annexe 2). Cette difficulté n'apparaît pas en CM2, les contenus des échanges montrent en effet que les élèves ont intégré et compris cette dimension.

Au cours de la discussion, une vision naïve et/ou simpliste de certaines dimensions peut conduire à rendre difficile une éventuelle hiérarchisation des justifications. Par exemple, en CM1, la vision utopiste du recyclage pour certains élèves – si un téléphone est recyclable et réparable, il l'est alors à l'identique et à l'infini – confère à cette caractéristique un poids très important dans leur choix. Ce malentendu n'a pas eu lieu dans la classe de CM2 car les élèves ont travaillé sur le recyclage et les déchets tout au long de l'année.

Enfin, une dernière difficulté, même si elle n'apparaît qu'à deux reprises en CM1, a pu contribuer à

Tableau 8. Arguments échangés lors du débat en CM1 et en CM2 autour de la justification du prix du téléphone

Intervenants	Controverse entre le prix et la qualité du téléphone
CM1-1	
Loïc, 6'40"	J'ai choisi le téléphone 2 parce qu'il est recyclable et 100 % naturel. [...] Moi je suis prêt à déboursier des millions et des millions d'euros pour ce téléphone. [...]
Yassim, 10'00"	Mais il va pas gaspiller tout cet argent juste pour un portable.
Yakina, 11'06"	En fait il est pas polluant c'est bien, mais il coûte cher alors qu'il est pas bien [en parlant du téléphone 2], alors que le téléphone 3 je comprends qu'il coûte trop cher parce qu'il est bien.
CM1-2	
Yonas, 6'40"	Moi je suis avec Loyd. J'aime bien qu'il soit petit, qu'il ne soit pas polluant et qu'il coûte cher. [...] Je préfère qu'il coûte cher. [...] Parce qu'il est beau.
Amber, 7'38"	Pas forcément, tu peux avoir des arnaques. Moi je ne suis pas d'accord avec Yonas parce que le téléphone 2 tu peux carrément rien faire avec, sauf qu'il dure 4 ans, on peut le recycler, il est cher et il est pas polluant il y a que ça comme qualité. [...]
CM2	
Franck, 8'23"	Moi j'achèterai le téléphone que s'il coûte cher parce que plus il coûte cher, plus il est de bonne qualité. S'il ne coûte pas cher, ça veut dire qu'il n'est pas de bonne qualité.
Léa, 8'35"	Ce n'est pas parce qu'il coûte cher qu'il est de bonne qualité. Il peut coûter cher même s'il est de pas bonne qualité.
PE, 8'47"	Est-ce que tu as un exemple ?
Léa, 8'49"	La marque elle peut vouloir rapporter de l'argent donc mettre plus cher que ce qui est normalement.
Gaston, 9'53"	Il dit [Franck] que si c'est moins cher c'est que c'est de mauvaise qualité mais je trouve que c'est un peu bizarre, enfin c'est un peu faux.
Gaëtan, 12'40"	Je dis ça à Franck parce que tu dis que plus ça coûte cher plus c'est de la qualité. Peut-être mais après pour le 3 c'est de la bonne qualité mais après ils travaillent difficilement et dangereusement. Après certes ça ne pollue pas mais après ça peut coûter cher et être de bonne qualité.
Ludivine, 13'50"	Tout à l'heure il y a un truc que je n'ai pas très bien compris avec Antonin et son histoire de t-shirt. Je ne vois pas le rapport avec le téléphone en fait.
Antonin, 13'58"	Bah non parce que c'est ce que j'ai dit, c'est une marque que, comme par exemple elle est connue, et bin ils vont faire des choses de peut-être un peu moins bonne qualité mais plus chères. Comme elle est connue [la marque], pleins de gens vont acheter ici et du coup ils en profitent pour monter les prix. Et même si c'est sur les habits, ça peut aussi être sur les téléphones.

rendre les échanges artificiels pour certains. En effet, alors qu'il est intervenu à plusieurs reprises dans le débat pour justifier son choix, un élève de CM1-2 prend de la distance avec ce travail sur un choix fictif en disant : « moi ce qui m'intéresse sur les téléphones c'est juste avoir un téléphone ». Dans l'autre groupe de CM1-1, le dernier élève à intervenir lors du débat conclura les échanges sur les conditions de travail, le travail des enfants, le lieu de fabrication, par la phrase suivante : « c'est vrai que ce n'est pas très important non plus sur ces téléphones les gens parce que ce n'est pas des vrais téléphones. Du coup quand même ce n'est pas très grave ». Par cette formule, il relativise la gravité de la conséquence des choix et replace au premier plan la nature fictive de la situation support de la réflexion.

DISCUSSION

Intégrer des arguments pour développer une pensée systémique

De manière générale, les documents utilisés pendant la séquence (annexe 1) ont permis aux élèves d'enrichir leur pensée et leur ont fourni davantage d'arguments qu'ils ne possédaient avant la séquence. En effet, ils et elles ont pu prendre conscience des diverses implications d'un choix de consommation. Si la dimension matérielle (caractéristiques techniques et esthétiques) fonde leurs premiers arguments, celle-ci a pu s'enrichir des dimensions environnementale, éthique et sociale. Ces résultats étaient prévisibles dans la mesure où ils découlent de la situation

construite par les enseignants. En référence aux trois degrés pointés par Astolfi et Peterfalvi (1993) dans leur approche didactique des obstacles, les résultats (notamment à l'aide du débat) montrent que les élèves atteignent le premier degré, le repérage, en prenant conscience de leurs représentations et de celles des autres. La fissuration, c'est-à-dire la déstabilisation conceptuelle (deuxième degré) peut être visible lors des controverses. Enfin, si nous considérons que l'obstacle principal de ce travail d'argumentation et de problématisation réside dans l'appropriation d'une certaine complexité (impact d'un choix de consommation sur plusieurs dimensions), le troisième degré, le franchissement de l'obstacle, reste discutable : même si tous les élèves sont capables de justifier de leur choix, nous ne sommes pas en mesure d'évaluer la qualité et la robustesse de cette appropriation.

On observe le même phénomène d'appropriation de nouveaux arguments dans l'étude d'Assaraf et Orion (2005) avec des collégiens sur le cycle de l'eau. En effet, avant la séquence, ils n'identifient que peu de composantes du système et n'avaient pas les perceptions dynamiques et cycliques du système ni la capacité de créer une relation significative entre les composantes du système. En post-test, la plupart des élèves sont passés d'une vision fragmentée à une vision holistique du cycle de l'eau. Dans une autre étude sur le thème du réchauffement climatique, Schweizer & Kelly (2005) montrent que les étudiants sont capables d'intégrer des dimensions sociales et politiques aux données climatiques et font preuve, à l'aide du débat, d'une vision réaliste et dynamique de la science. Dans notre étude, on assiste à une progression similaire avec la capacité à faire des liens entre différentes dimensions du développement durable, par des relations de causalité multiple, notamment au cours du débat. Dans une autre étude d'envergure sur la pensée systémique, avec des élèves de fin d'école primaire (9-11 ans) questionnés au sujet de l'écologie de la cigogne, les connaissances biologiques apparaissent comme nécessaires à la compréhension d'un système biologique, mais pas suffisantes pour construire une vision systémique (Sommer & Lücken, 2010). Les élèves de cet âge montrent des difficultés à intégrer des effets indirects sur le système, notamment lorsque la compréhension d'une distance spatio-temporelle entre la cause et l'effet est trop complexe (Evagorou, Korfiatis, Nicolaou & Constantinou, 2009 ; Sommer & Lücken, 2010). Dans notre cas, si des relations, des comparaisons, des oppositions entre arguments

sont réalisées par les élèves au cours du débat, elles demeurent parfois partielles ou caricaturales, comme par exemple la prise en compte du lieu de fabrication. Le contenu des documents fournis aux élèves est probablement en partie la raison de ces visions simplistes. Il s'agit bien pour ces jeunes élèves d'une première prise de conscience de multiples enjeux sans pouvoir appréhender l'ensemble du fonctionnement du système. Comme le souligne de Rosnay (1975), il semble que notre système éducatif ne nous ait pas incités à avoir une vision globale de l'univers et des ensembles qui nous entourent. Un des enjeux de cette EDD est bien de construire cette vision globale.

D'autre part, comme Albe (2006) l'a documenté dans son étude sur un jeu de rôle autour du danger des téléphones portables sur la santé avec des élèves de lycée, différents procédés collaboratifs ont été identifiés au cours des discussions entre élèves. Des procédés d'élaboration collective des savoirs, fondés sur les marques d'accord et de désaccord, sont visibles avec les lycéens, ainsi qu'avec nos élèves de cycle 3. Nous avons également observé des procédés discursifs plus complexes, comme l'émergence d'une controverse portant sur la dimension éthique. Les élèves sont capables de faire des relations tout en développant une vision systémique des relations de cause à effet entre l'acte d'achat et les conditions de travail des ouvriers. Ils manifestent ainsi une position contraire les un-es par rapport aux autres, pour justifier de l'achat ou du non-achat du téléphone, cette controverse ayant des points communs avec la confrontation aux dilemmes moraux en enseignement moral et civique (Leleux, 2010). De plus, cette opposition entre deux points de vue est considérée comme une première étape dans le raisonnement scientifique (Kuhn, 2010).

Travailler sur un objet complexe pour développer une problématisation

Comme Albe (2005b) l'indique dans son étude avec des lycéens, ces problèmes socio-scientifiques (usage des téléphones portables et santé) sont complexes car ils « font appel à différents domaines (éthique, économique, politique, etc.), et dans le contexte de savoirs scientifiques en développement incertains et controversés » (p. 68). Si l'on considère les dimensions qualitatives et quantitatives de la complexité (Laurent, 2011), notre dispositif relève davantage de l'accumulation de dimensions et de

leur mise en relation. Pour approcher une dimension qualitative, des entretiens avec les élèves, par exemple en leur demandant de décrire le fonctionnement du système « fabrication et usage du téléphone », seraient nécessaires.

Comme dans d'autres études sur le débat en sciences et en EDD (Jaubert & Rebière, 2001 ; Jacobi & Peterfalvi, 2004 ; Schweizer & Kelly, 2005 ; Buty & Plantin, 2009 ; Jenni *et al.*, 2013 ; Dupont & Panissal, 2015 ; Chalmeau *et al.*, 2019a), les élèves ont construit des savoirs en remobilisant des arguments de différentes natures. En référence aux niveaux progressifs de complexité définis par Assaraf et Orion (2005) avec des élèves de 13-14 ans, nous pouvons dire que nos élèves de 8-10 ans parviennent aux deux premiers niveaux (parmi 4 au total) en montrant des capacités d'identification des éléments constitutifs d'un système (niveau 1) et des capacités d'identification des relations entre composantes distinctes (niveau 2). L'analyse du contenu des échanges révèle de nombreux signes qui sont à mettre au compte de la complexification des points de vue. Comme le proposent Orange *et al.* (2001), le débat n'est pas un moyen pour trouver la solution, mais un dispositif qui permet d'explorer et d'organiser le champ des possibles, et par là, il contribue à la problématisation. Ce dispositif de débat a néanmoins des limites que l'on peut rapprocher de celles identifiées par Albe (2005b) pour le jeu de rôle. Dans son étude, certains élèves ont cherché à gagner le procès plutôt qu'à problématiser la controverse. L'auteure propose des pistes pour « éviter la confrontation binaire et une argumentation qui détourne l'enjeu du débat » (Albe, 2005b, p. 88), comme permettre aux élèves de problématiser en commun un ensemble de questions plutôt que d'opposer deux groupes « pour ou contre ». Dans notre cas, si le débat n'a pas été construit comme un jeu de rôle et a donc évité une opposition entre deux groupes, les élèves ont malgré tout « joué le jeu » de l'achat fictif d'un téléphone. Il nous est impossible d'estimer si les arguments produits ne répondent qu'au contrat didactique et à l'attente des enseignants ou s'ils s'articulent à la réflexion des élèves en la prolongeant et en la problématisant.

D'autre part, à travers la justification de leur choix en tant que futur consommateur, que ce soit à l'écrit ou lors du débat, les élèves ont montré leur capacité à dépasser une explication monocausale ainsi qu'un raisonnement linéaire causal. En effet, en convoquant

des dimensions variées, notamment éthiques, sociales et environnementales, celles-ci viennent s'articuler avec leurs premières conceptions fortement structurées autour d'une dimension matérielle et concrète. Ils dépassent ainsi un « mode de raisonnement spontané qui réduit toute explication à la monocausalité ou à une chaîne de causalités linéaires » et qui se révèle « impuissant à donner des clés d'intelligibilité du monde » (Hertig, 2017, p. 78). Assaraf et Orion (2005) concluent leur étude avec quelques préconisations pour développer la pensée systémique, et notamment le fait de commencer dès l'école primaire à identifier les composants d'un système et à identifier les relations entre deux composants. C'est ce que nous observons chez les élèves de cycle 3 qui parviennent à identifier davantage de dimensions à la suite d'apports documentaires et à faire des liens entre les dimensions sociales, économiques et environnementales. Ces relations entre deux composants sont particulièrement visibles lors des échanges autour des controverses, notamment en CM2, où les élèves sont plus familiers du travail sous forme de débat que les CM1 et se sont autorisés davantage à s'affranchir de la demande initiale de l'enseignante de justifier son choix de téléphone.

Une institutionnalisation a été menée dans chaque classe pour structurer le travail lors du débat, notamment l'intégration de plusieurs dimensions et la possibilité d'arguments multiples, c'est-à-dire l'enrichissement du champ empirique et de la problématisation (Orange, 2003). En revanche, la prise de conscience que pour traiter un problème, il faut apprendre à problématiser par la construction d'une « argumentation critique, où les idées sont défendues pour faire avancer le problème en commun » (Orange, 2007, p. 51) n'a pas été institutionnalisée dans les classes. Il reste donc un questionnement à mener sur ce que les élèves ont effectivement appris de la construction d'une problématisation.

Multiréférentialité d'enjeux pour développer un esprit critique

Comme Lange (2014) l'indique, la loi d'orientation et de refondation de l'école de juillet 2013 (article 42) précise au sujet de l'EDD qu'il s'agit d'une éducation « morale et civique » portant notamment sur les enjeux. D'un point de vue éducatif, cet auteur identifie

des enjeux de citoyenneté au moyen de la construction d'une « opinion raisonnée » sur la question investiguée (Lange & Victor, 2006). C'est dans ce dialogue, ainsi que dans la confrontation des points de vue, que se construit la pensée complexe. Lange s'appuie sur le travail d'Ardoino (1988) pour lequel la multi-référentialité se caractérise par un questionnement pluriel, pluridimensionnel et pluri-référencé, c'est-à-dire appartenant à plusieurs domaines qui conservent leur originalité et la diversité des points de vue. Pour Morin (2017, p. 71), l'éducation à la complexité doit « permettre le croisement des subjectivités par l'apprentissage de la multiréférentialité ».

Dans notre étude, ces caractéristiques multiréférentielles sont en effet mobilisées dans les questionnements soulevés par les enseignants et appropriés par les élèves. Les allers et retours entre des préoccupations matérielles sur les propriétés du téléphone et des dimensions éthiques liées aux procédés de fabrication et aux conditions de travail sont bien présents dans les arguments identifiés lors des débats (tableau 7). Les différents positionnements des élèves relatifs aux dilemmes moraux apparus lors de cette controverse témoignent de cette réflexivité, qui peut paraître limitée, caricaturale ou naïve : pour autant elle contribue à nourrir leur questionnement sur des dimensions dont ils n'avaient pas conscience auparavant. Nous rejoignons ainsi les propos d'Orange (2007, p. 53) pour qui « l'activité scientifique ne vise pas avant tout à éliminer des problèmes en les résolvant [...], mais bien à en construire de nouveaux ». D'un point de vue éducatif, pour développer un esprit critique, il s'agit de placer les élèves dans une démarche de réflexivité (Toussaint et Lavergne, 2005). Dans ce contexte, l'enseignant n'est pas un transmetteur de savoirs controversés, mais un « passeur vers une citoyenneté active » (Lange, 2014, p. 13). C'est bien dans cette dynamique que les enseignants du cycle 3 se sont placés avec leurs élèves, pour échapper, même modestement, à une vision normative de l'EDD.

De plus, en identifiant des acteurs qui appartiennent à différentes dimensions du développement durable, la tâche des élèves s'est inscrite dans une problématique géographique ainsi que dans une visée écocitoyenne (Audigier *et al.*, 2011 ; Hertig, 2018). L'investigation multiréférentielle d'enjeux repose sur un raisonnement abductif qui permet à l'élève d'être acteur et auteur dans le domaine de EDD et de construire sa citoyenneté (Lange, 2014 ; Morin, 2017). Le raisonnement par abduction est une infé-

rence qui, selon Pierce, peut aboutir à une nouvelle connaissance (Tiercelin, 1993). Dans notre étude, la « nouvelle connaissance » concerne surtout une prise de conscience de multiples dimensions impliquées dans un choix de consommation, des acteurs concernés dans ces différentes dimensions et des conséquences possibles d'un acte d'achat sur ces acteurs et ces dimensions.

CONCLUSION

Plusieurs marqueurs de complexité sont apparus à l'occasion des débats et les élèves ont su faire appel à différentes dimensions de la pensée complexe (multiscale et multiréférentielle essentiellement). De manière générale, les élèves ont su réfléchir à la problématique en convoquant des arguments appartenant aux trois domaines classiques du développement durable. En multipliant leurs références, ils cheminent vers une pensée plus complexe (Morin, 2005 ; Kuhn, 2010). D'un point de vue qualitatif, ils sont également en mesure de faire des liens par la prise en compte des différents enjeux du développement durable dont ils n'avaient pas nécessairement conscience au début de la séquence, et d'argumenter autour de controverses. Cette capacité rend compte d'une avancée dans la réflexion pour faire leur choix et illustre l'importance de l'apport d'informations pour enrichir la problématisation et pour développer l'exercice d'une pensée critique (Diemer, 2014). Par la nature de leurs propos, leur choix témoigne de la conscientisation d'une première responsabilité en tant que futur consommateur (Lange, 2018).

Ces résultats seuls ne sont évidemment pas suffisants pour statuer sur l'apprentissage réalisé en qualité et en profondeur par les élèves en termes de développement durable et de complexité, mais ils sont encourageants et cohérents avec d'autres études avec des élèves d'âge équivalent (Evagorou *et al.*, 2009 ; Sommer & Lücken, 2010). Ils nous permettent d'affirmer qu'il est tout à fait possible de travailler sur la complexité du monde avec des élèves de cycle 3 en s'appuyant sur des problématiques de développement durable, porteuses de QSV et de controverses dont peuvent s'emparer des élèves dès l'école primaire. Ils intègrent ainsi une approche critique de l'acte de consommation et s'engagent dans un questionnement éthique.

NOTES

1. MEN, circulaire n° 2004-110 du 8 juillet 2004, parue au BO n° 28 du 15 juillet 2004, relative à la généralisation de l'éducation à l'environnement pour un développement durable.
2. *Op. cit.*
3. MEN, 2011, circulaire du 09 novembre 2011, parue au BO n° 41 du 10 novembre 2011, relative à la troisième phase de généralisation de l'éducation au développement durable.

RÉFÉRENCES

- Albe, V. (2005a). Positions d'étudiants et d'étudiantes sur une question techno-scientifique controversée : la dangerosité des téléphones cellulaires. *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, 5(3), 361-376.
- Albe, V. (2005b). Un jeu de rôle sur une controverse socio-scientifique actuelle : une stratégie pour favoriser la problématisation ? *Aster*, 40, 67-94.
- Albe, V. (2006). Procédés discursifs et rôles sociaux d'élèves en groupes de discussion sur une controverse socio-scientifique. *Revue française de pédagogie*, 157, 103-118.
- Albe, V. (2009). L'enseignement de controverses socio-scientifiques. Quels enjeux sociaux, éducatifs et théoriques ? Quelles mises en forme scolaires ? *Éducation et didactique*, 3(1), 45-76.
- Ardoino, J. (1988). *Vers la multiréférentialité, Perspectives de l'analyse institutionnelle*. Paris : Méridiens-Klinksieck.
- Assaraf, O.B.-Z., & Orion N. (2005). Development of System Thinking Skills in the Context of Earth System Education. *Journal of research in science teaching*, 42(5), 518-560.
- Astolfi, J. P., & Peterfalvi, B. (1993). Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales. *Aster*, 16, 103-141.
- Audigier, F., Fink, N., Freudiger, N., & Haeberli, P., (dir.) (2011), *L'éducation en vue du développement durable : sciences sociales et élèves en débats* (Vol. 130), Genève : Cahiers de la Section des sciences de l'éducation.
- Bader, B. (2003). Interprétation d'une controverse scientifique : stratégies argumentatives d'adolescentes et d'adolescents québécois. *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, 3(3), 231-250.
- Bérard, C. (2009). *Le processus de décision dans les systèmes complexes : une analyse d'une intervention systémique*. Thèse de doctorat, Université Paris Dauphine, Université du Québec à Montréal.
- Buty, C., & Plantin, C., (dir.) (2009). *Argumenter en classe de sciences ; du débat à l'apprentissage*. Lyon : INRP.
- Chalmeau, R., Julien, M.-P. & Léna, J.-Y. (2016). Les valeurs dans les représentations de l'éducation au développement durable chez des étudiants et des professeurs des écoles. *Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies*, 14, 155-184.
- Chalmeau, R., Julien, M.-P., Calvet, A., Léna, J.-Y., & Vergnolle Mainar, C. (2019a). Le jeu de rôle en EDD pour dépasser une pensée binaire : une étude de cas à l'école primaire. *Éducation & Didactique*, 13(1), 83-104.
- Chalmeau, R., Léna, J.-Y., Julien, M.-P., Calvet, A., & Vergnolle Mainar, C. (2019b). Quelles spécificités du débat en éducation au développement durable (EDD) ? Comparaison avec les débats en sciences et les discussions à visée philosophique. Dans I. Verscheure, M. Ducrey-Monnier & L. Pelissier (dir.), *Enseignement et formation : éclairages de la didactique comparée* (p. 59-65). Toulouse : Presses Universitaires du Midi.
- Clergue, G. (1998). *L'apprentissage de la complexité*. Paris : Hermès.
- De Rosnay, J. (1975). *Le macroscopie : vers une vision globale*. Paris : Éditions du Seuil.
- Diemer, A. (2013). L'éducation systémique, une réponse aux défis posés par le développement durable. *Éducation relative à l'environnement*, 11, 247-264.
- Diemer, A. (2014). L'EDD, une initiation à la complexité, la transdisciplinarité et la pédagogie critique. Dans A. Diemer & C. Marquat (éd.), *Éducation au développement durable : enjeux et controverses* (p. 99-118). Bruxelles : De Boeck.
- Donnadieu, G., & Karsky, M. (2002). *La systémique, penser et agir dans la complexité*. Paris : Éditions Liaisons.
- Donnadieu, G., Durand, D., Neel, D., Nunez, E., & Saint-Paul, L. (2003). L'approche systémique : de quoi s'agit-il ? Synthèse des travaux du Groupe AFSCET, Diffusion de la pensée systémique.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Dupont, P., & Panissal, N. (2015). Le genre du débat sur une question socialement vive. *Éducation & didactique*, 9(2), 27-50.
- Durand, D. (2010). *La systémique* (11^e édition, collection QSJ). Paris : PUF
- Evagorou, E., Korfiatis, K., Nicolaou, C., & Constantinou, C. (2009). An Investigation of the Potential of Interactive Simulations for Developing System Thinking Skills in Elementary School: A case study with fifth-graders and sixth-graders. *International Journal of Science Education*, 31, 655-674.
- Favre, D. (2015). *La didactique entre simplification et prise en compte de la complexité*. Sarrebruck : Éditions universitaires européennes.
- Favre, D. (2017). Complexité. Dans A. Barthes, J.-M. Lange & N. Tutiaux-Guillon (dir.), *Dictionnaire critique des enjeux et concepts des « Éducatifs à »* (p. 317-322), Paris : L'Harmattan.
- Fortin-Debart, C., & Girault, Y. (2007). Pour une approche coopérative de l'environnement à l'école primaire – Recherche exploratoire auprès d'enseignants du primaire. *Éducation relative à l'environnement*, 6, 97-117.

- Garcia-Debanç, C. (1995). Interactions et construction des apprentissages dans le cadre d'une démarche scientifique. *Repères*, 12, 79-103.
- Giordan, A., & Souchon, C. (2008). *Une éducation pour l'environnement : vers un développement durable*. Paris : Delagrave.
- Giral, J. (2013). *Le débat réglé et argumenté comme dispositif d'apprentissage et d'action. L'exemple de débats menés à propos de l'environnement et du développement durable*. Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille, Aix-Marseille.
- Giral, J., & Legardez, A. (2011). Analyser les débats sur des questions vives environnementales. Quelles conditions pour une co-construction de savoirs pour l'action ? Dans A. Legardez, & L. Simonneaux (dir.), *Développement durable et autres questions d'actualité* (p. 113-127). Dijon : Educagri.
- Girault, Y., & Sauvé, L. (2008). L'éducation scientifique, l'éducation à l'environnement et l'éducation pour le développement durable. Croisements, enjeux et mouvances. *Aster*, 46, 7-30.
- Hertig, P. (2015). Approcher la complexité à l'École : enjeux d'enseignements et d'apprentissages disciplinaires et interdisciplinaires. Dans F. Audigier, A. Sgard & N. Tutiaux-Guillon (dir.), *Sciences de la nature et sciences de la société dans une école en mutation. Fragmentations, recompositions, nouvelles alliances ?* (p. 125-137). Bruxelles : De Boeck.
- Hertig, P. (2017). Éducation à la complexité. Dans A. Barthes, J.-M. Lange & N. Tutiaux-Guillon (dir.), *Dictionnaire critique des enjeux et concepts des « Éducatifs »* (p. 74-81). Paris : L'Harmattan.
- Hertig, P. (2018). Géographie scolaire et pensée de la complexité. *Information géographique*, 82(3), 99-114.
- Horst, V. (1989). Systèmes et modèles : quelques repères bibliographiques. *Aster*, 8, 187-209.
- Jacobi, D., & Peterfalvi, B. (2004). Interactions langagières : regards didactiques, regards linguistiques. *Aster*, 38, 3-13.
- Janner-Raimondi, M. (2017). Éducation au choix et capacité. Dans A. Barthes, J.-M. Lange & N. Tutiaux-Guillon (dir.), *Dictionnaire critique des enjeux et concepts des « Éducatifs »* (p. 36-46). Paris : L'Harmattan.
- Jaubert, M., & Rebière, M. (2001). Pratiques de reformulation et construction de savoirs. *Aster*, 33, 81-110.
- Jenni, P., Varcher, P., & Hertig, P. (2013). Des élèves débattent : sont-ils en mesure de penser la complexité ? Dans J.-M. Lange (éd.), *Actes du Colloque international Éducation au développement durable : appuis et obstacles à sa généralisation dans et hors de l'École* (p. 187-204), *Penser l'éducation*, n° H.S., Rouen : Laboratoire CIVIIC.
- Kuhn, D. (2010). Teaching and learning science as argument. *Science Éducation*, 94, 810-824.
- Lange, J.-M. (2014). Éducation au développement durable : intérêts et limites d'un usage scolaire des investigations multiréférentielles d'enjeux. *Éducation et socialisation*, 36 [http://journals.openedition.org/edso/959].
- Lange, J.-M. (2015). Éducation et engagement : La participation de l'École à relever les défis environnementaux et de développement. *Éducation relative à l'environnement*, 12, mis en ligne le 01 janvier 2015, consulté le 19 septembre 2017 [http://ere.revues.org/441].
- Lange, J.-M. (2018). Éducatifs à : penser l'articulation des savoirs et des valeurs au service de l'agir sociétal. *Éducation et socialisation*, 48, mis en ligne le 01 juin 2018, consulté le 06 avril 2019 [http://journals.openedition.org/edso/2957].
- Lange, J.-M., & Martinand, J.-L. (2010). Curriculum de l'EDD : principes de conception et d'élaboration. Dans *Éducation au développement durable et à la biodiversité : concepts, questions vives, outils et pratiques* (p. 118-136), Digne Les Bains : France [https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00958229].
- Lange, J.-M., & Victor, P. (2006). Didactique curriculaire et « éducation à la santé, l'environnement et au développement durable » : quelles questions, quels repères ? *Didaskalia*, 28, 85-100.
- Laurent, N. (2011). Qu'est-ce que la complexité ? *Revue des Questions Scientifiques*, 182(3), 253-272.
- Legardez, A., & Simonneaux, L., (dir.). (2006). *L'école à l'épreuve de l'actualité. Enseigner les questions vives*. Paris : ESF.
- Leleux, C. (2010). *Pour une didactique de l'éthique et de la citoyenneté*. Bruxelles : De Boeck.
- Le Moigne, J. L. (1977). *La théorie du système général, Théorie de la modélisation*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Léna, J.-Y., Julien, M.-P., & Chalmeau, R. (2015). Les cartes mentales en éducation au développement durable : balises de lectures et usage pour dialoguer avec la complexité. Dans J.-M. Lange (dir.), *Les éducatifs à : un (des) levier(s) de transformation du système éducatif ?* (p. 251-263). Rouen : ESPE [https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01183403/document].
- Marquat, C., & Diemer, A. (2014). *Éducation au développement durable, entre spécificité des pays du nord et modèle généralisable aux pays du Sud, les enseignements de la décennie 2005-2014*. Communication présentée au colloque francophone international, Université de Parakou (Bénin), 10 octobre 2014.
- Morin, E. (1999). *La tête bien faite. Repenser la réforme, réformer la pensée*. Paris : Seuil.
- Morin, E. (2005). *Introduction à la pensée complexe*. Paris : Seuil.
- Morin, E., Motta, R., & Ciurana, E.-R. (2003). *Éduquer pour l'ère planétaire. La pensée complexe comme méthode d'apprentissage dans l'erreur et l'incertitude humaines*. Paris : Balland.
- Morin, O. (2017). Éducation à la complexité. Dans A. Barthes, J.-M. Lange & N. Tutiaux-Guillon (dir.), *Dictionnaire critique des enjeux et concepts des « Éducatifs »* (p. 65-73). Paris, L'Harmattan.
- Orange, C. (1999). Les fonctions didactiques du débat scientifique dans la classe : faire évoluer les représentations ou construire des raisons. ARDIST (Éd.),

- Actes des premières rencontres scientifiques de l'ARDIST : L'actualité de la recherche en didactique des sciences et des techniques*, 89-93.
- Orange, C. (2003). Débat scientifique dans la classe, problématisation et argumentation : le cas d'un débat sur l'alimentation en cours moyen. *Aster*, 37, 83-107.
- Orange, C. (2007). Quel Milieu pour l'apprentissage par problématisation en sciences de la vie et de la terre ? *Education & Didactique*, 1(2), 35-54.
- Orange, C., Fourneau, J.-C., & Bourbigot, J.-P. (2001). Ecrits de travail, débat scientifique et problématisation à l'école primaire. *Aster*, 33, 111-132.
- Paillé, P., & Mucchielli, A. (2003). *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales*. Paris : Armand Colin.
- Panissal, N. (2017). Débat. Dans A. Barthes, J.-M. Lange & N. Tutiaux-Guillon (dir.), *Dictionnaire critique des enjeux et concepts des « Éducatifs »* (p. 369-375), Paris : L'Harmattan.
- Pellaud, F. (2002). Le développement durable : d'un concept complexe à la vie quotidienne. *Les sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle*, 35(1), 1-11.
- Pellaud, F. (2011). *Pour une éducation au développement durable*. Paris : QUAE.
- Plantin, C. (1996). *L'argumentation*. Paris : Seuil.
- Schneeberger, P., & Ponce, C. (2003). Tirer parti des échanges langagiers entre pairs pour construire des apprentissages en sciences. *Aster*, 37, 53-82.
- Schneeberger, P., Robisson, P., Liger-Martin, J., & Darley, B. (2007). Conduire un débat pour faire construire des connaissances en sciences. *Aster*, 45, 39-63.
- Schweizer, D.M., & Kelly, G. J. (2005). An investigation of student engagement in a global warming debate. *Journal of Geoscience Education*, 53(1), 75-84.
- Simonneaux, L. (2003). Argumentation dans les débats en classe sur une technoscience controversée. *Aster*, 37, 189-214.
- Sommer, C., & Lücken, M. (2010). System competence – Are elementary students able to deal with a biological system? *NorDiNa*, 6(2), 125-143.
- Thibault, S. (2013). Complexité. Dans J. Lévy & M. Lussault (éd.), *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés* (p. 214-216). Paris : Belin.
- Tiercelin, C. (1993). *C. S. Peirce et le pragmatisme*. Paris : PUF.
- Toussaint, R. M. J., & Lavergne, M.-H. (2005). Problèmes complexes flous en environnement et pensée réflexives d'élèves du secondaire. *Aster*, 40, 39-66.
- Von Bertalanffy, L. (1973). *Théorie générale des systèmes*. Paris : Dunod.
- Weisser, M., Masclat, E., & Remigny, M.-J. (2003). Construction de la compréhension par l'argumentation orale en sciences. Expérience menée au cycle III. *Aster*, 37, 17-52.

ANNEXE 1 : THÈMES TRAITÉS ET NATURE DES DOCUMENTS TRAVAILLÉS AVEC LES ÉLÈVES

Thème traité	Nature du document et source
« Le chemin de l'étain » documente le parcours de l'étain de sa collecte dans les mines en Indonésie jusqu'à sa présence dans nos smartphones en Europe en passant par sa transformation en Chine et en Corée du Sud.	Extrait de documentaire vidéo, ARTE (2015)
« Pourquoi les téléphones coûtent-ils si cher ? » est un documentaire vidéo exposant la répartition des coûts dans le prix d'un téléphone.	Documentaire vidéo, France TV éducation, 2018
« Les mal-jetés » est une vidéo qui pointe les difficultés de collecte, de recyclage et de traitement d'un smartphone considéré comme un déchet par les utilisateurs.	Documentaire vidéo, Réseau Canopé, collection les énergivores
« Les secrets inavouables des smartphones » : extraits sur les conditions de travail dans certaines usines d'assemblages chinoises (cadences effrénées, temps de travail très long, non-respect de l'âge légal de travail, salaires faibles).	Extraits de documentaire vidéo, France 2, Cash investigation : 9'40-11'00 / 13'00-15'30 / 18'25 - 19'30 / 20'45-23'25
« Les secrets inavouables des smartphones » : extraits sur les conditions de travail dans les mines d'extraction de tantale en République Démocratique de Congo (grande précarité, danger de mort pour les travailleurs, travail des femmes enceintes et enfants).	Extraits de documentaire vidéo, France 2, Cash investigation : 41'30-44'10 / 44'33-47'50 / 50'28-51'50 / 53'00-54'20
« Les secrets inavouables des smartphones » : extraits sur les dégâts environnementaux et sanitaires de la production de néodyme en Chine (radioactivité accrue, empoisonnement des populations).	Extraits de documentaire vidéo, France 2, Cash investigation : 1h18'35-1h19'25 / 1h20'00-1'24'40 / 1'28'40-1'30'00
Extraits du guide « Les impacts du smartphone »	Texte documentaire, ADEME et France Nature Environnement
Extraits de l'article « Le sulfureux parcours du téléphone portable, des mines aux filières clandestines de déchets ».	Texte journalistique, Le Monde, Angela Bolis (01/10/2016)

ANNEXE 2 : CARACTÉRISTIQUES DES 4 TÉLÉPHONES SOUMIS AU CHOIX DES ÉLÈVES

