

MASTER « Métiers de l'Education et de la Formation »

Mention :
**Pratiques et Ingénierie
de Formation**

Parcours :
**Education aux Médias
et à l'Information**

*Les sciences somnambules
« Pratiques informationnelles et contextes d'influences
autour de la culture scientifique chez les jeunes »*

Co-directeur – trice du mémoire :

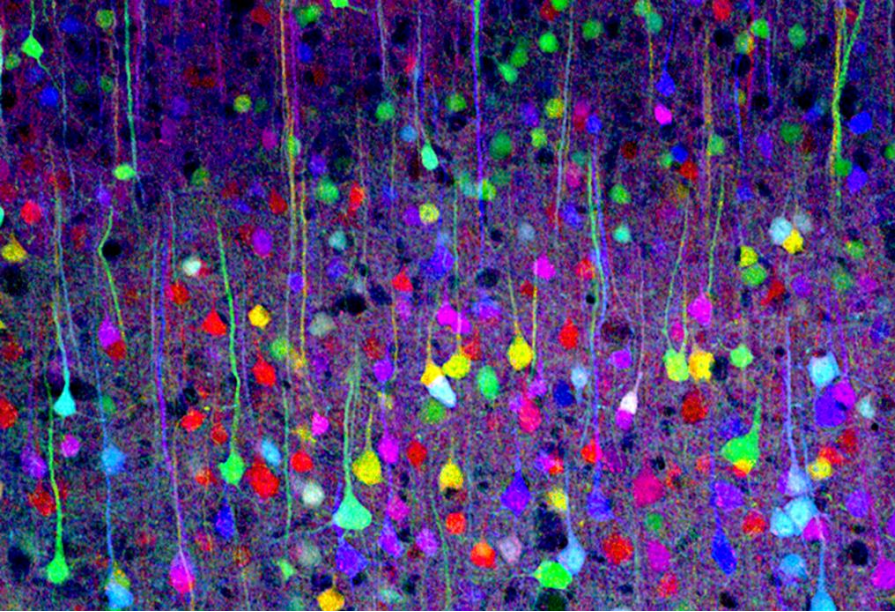
**Mme Nicole Boubée
M. Franck Martin**

Membres du Jury de soutenance :

**Mme Nicole Boubée
M. Franck Martin
M. Jean-François Camps**

**Soutenu par : Marjorie Decriem
le : 27 septembre 2017**

Année Universitaire 2016-2017



Marjorie Decriem
Master 2 EMI 2016/2017

LES SCIENCES SOMNABULES :

« Pratiques informationnelles et
contextes d'influences autour de la
culture scientifique chez les jeunes »

Avant de rentrer dans le vif du sujet,

Je tiens particulièrement à remercier mes directeurs de recherche : Mme Nicole Bouée pour sa patience, sa disponibilité, et ses précieux conseils qui m'ont beaucoup apportés et m'ont permis de réellement apprécier cette année de Master 2 EMI, et M. Franck Martin pour ses pistes de lecture qui m'ont parfois entraînées bien loin.

Mes remerciements également vont à l'équipe de direction du Lycée International de Los Angeles : M. Maniska, head of school, Mme Harvey, campus director et Mme Duhesme, pedagogical director, qui m'ont permis de me lancer dans un Master 2 à distance.

Une petite dédicace pour mes parents qui malgré mon goût pour la littérature, m'ont toujours permis de garder un pied dans le monde scientifique, ce depuis les visites de centrales nucléaires de mon enfance.

Un grand merci également à mes collègues et amis pour nos débats pédagogiques et nos discussions épistémologiques parfois animées : Mathieu Bonin, Julien Rivière, Isabelle Brocas pour ses conseils liés à la méthodologie de l'enquête, et celui qui m'a accompagné tout le long de ce projet et plus loin encore : David Agostini.

Et pour finir, une pensée émue pour les élèves qui se sont prêtés de bonnes grâce à mes questionnements, mes interviews et qui viennent me demander régulièrement où j'en suis avec ce mémoire : « Madame, vous avez fini vos devoirs pour le Master ! »

Une très belle année à découvrir de nouveaux horizons, à mettre un pied dans la recherche, à avancer et à m'interroger sur mes pratiques. Ce n'est qu'un début : Que l'aventure continue !

Résumé :

Cette étude se propose d'analyser les rapports du public jeune avec la culture scientifique. Nous avons réalisé une enquête auprès de 11 jeunes de 14-15 ans scolarisés dans un établissement français à l'étranger afin de décrire les usages et les représentations que pouvaient avoir un public adolescent par rapport aux pratiques d'information personnelle, dans un contexte lié au discours alarmiste sur le désintérêt des jeunes pour les sciences. En nous basant sur des travaux antérieurs, nous avons choisi de nous intéresser aux pratiques informationnelles informelles : nous avons pu constater l'importance du support numérique et notamment des informations visuelles, l'importance de la crédibilité de « surface » pour la validation des sources et l'imprégnation d'une culture scientifique populaire liée à la fiction. S'il semble que la culture scientifique ne s'intègre pas facilement dans la culture jeune dans une perspective socialisante, ces conclusions recouvrent en fait une réalité complexe où les contextes d'influence et les notions de crédibilité jouent un grand rôle dans la réception des informations scientifiques. Les principaux résultats de cette étude montrent l'existence d'une « mythologie scientifique » personnelle, éloigné d'un savoir scientifique traditionnel, mais aussi la vivacité des pratiques informationnelles et la curiosité des jeunes par rapport aux sciences.

Mots-clefs : adolescence, culture scientifique, pratique informationnelle, jugement de crédibilité.

« Les enfants qui jouent seuls sont comme les somnambules, il ne faut pas les réveiller. Le retour à la réalité peut être traumatique, le charme de leur innocence risque de se briser pour toujours. »

L'écorchée. - Donato Caris

« Moi j'ai pas envie de croire n'importe quoi. Je veux pas être comme les mecs là, les somnambules qui marchent comme des zombies et croient tout ce qu'on leur dit. Peut-être que les scientifiques savent des choses mais ils le disent pas, ils les gardent pour eux. Ou soit, ils ne savent pas expliquer certains phénomènes Par exemple le Blop ou le kraken, ce sont des espèces qu'on n'a pas encore découvertes. Il reste une part d'incertitude. »

Jango, Garçon, 15 ans, 3^{ème}.

Table des matières

Résumé :	4
Introduction	9
I. Etat de la question	11
1. Le statut de l'information scientifique : les conditions du doute.....	11
1.1 La question de la vérité scientifique.....	11
1.2 Diffusion et enjeux de la communication scientifique.....	13
1.3 Les mutations de l'information scientifique	16
2. Les jeunes et les sciences : pratiques et expériences informationnelles	18
2.1 Intérêt pour les sciences : l'influence du contexte scolaire	18
2.2 Actualités scientifiques et besoins immédiats.....	20
2.3 Territoires numériques et sources alternatives.....	21
3. Les sciences et les jeunes : perceptions et jugements.....	23
3.1 Sciences inquiétantes : entre fascination et manipulation	24
3.2 Science et fiction	26
3.3 Ça ressemble à de la science.....	28
II. Dispositif méthodologique.....	30
1. Le choix du qualitatif	30
3. Méthode de collecte des données	31
2.1 Contexte.....	31
2.2 Identification du groupe	32
3 Déroutement et procédures	33

3.1 Le guide d'entretien et le corpus	33
3.2 Les procédures	36
Tableau synoptiques des jeunes enquêtés.	36
III. Présentation et analyse des résultats.....	38
1. Des pratiques informationnelles en ligne.....	38
1.1 Un accès majoritairement numérique : Internet.....	38
1.2 Evaluation et validation des sources	41
1.3 L'Influence prédominante des images et de la narration	44
2. Des pratiques contrastées : entre scolaire et privé.....	46
2.1 Les sciences, un concept scolaire.....	46
2.2 Des usages familiaux et personnels	48
3. Sciences et culture populaire.....	51
4.1 Influence de la fiction	51
4.2 CSI effect	53
4.3 Des représentations fantasmées de la science.....	53
IV. Discussion.....	56
1. Les sciences et la culture jeune.	56
1.1 Déplacement des sources d'informations en science et crédibilité de surface : le vernis scientifique.....	56
1.2 L'imaginaire du geek.....	59
1.3 La science comme vision du monde: une mythologie personnelle	62
2. Limites méthodologiques	64
3. Implications professionnelles et théoriques.....	66
3.1 L'histoire des sciences et l'épistémologie	66

3.2	Education à l'imagerie scientifique	67
3.3	Un travail autour des controverses socio-scientifiques	68
Conclusion :		70
Annexe 1 : Eléments de précision autour de l'analyse des entretiens.....		71
Bibliographie.....		73

Introduction

La connaissance scientifique et l'innovation technique ont connu depuis le XX^{ème} siècle une expansion sans précédent, façonnant une nouvelle société imprégnée de la présence des technosciences dans notre quotidien. Cette accélération, couplée avec le développement des nouvelles technologies de communication et d'information, place la question de la « culture scientifique » au cœur des enjeux sociaux, éducatifs et politiques. La dissémination des idées scientifiques est une dynamique cruciale de la pensée contemporaine. On pourrait penser que les avancées scientifiques participent à la formation de citoyens éclairés, de « sachant-savants » œuvrant pour une utilisation consciente et raisonnée de la science dans une projection progressiste pour la société.

Or, le constat est tout autre : la science est en crise. Prise entre un besoin de réponse immédiat et un mode de communication parfois hermétique, l'information scientifique est mesurée, décortiquée, pesée, confrontée, controversée, sacrifiée sur l'espace public, engendrant une pensée relativiste qui renforce stéréotypes et crédulité. Il nous donc semblé nécessaire, face aux enjeux sociaux qu'elle constitue, de nous interroger sur les ambiguïtés dans la réception de l'information scientifique à l'ère numérique, notamment chez le public jeune. Mais comment décrire les pratiques informationnelles et leur impact dans la construction de la culture scientifique en dépassant un simple point de vue, celui des enquêtes ou des médias qui font régulièrement leurs gros titres sur le manque d'intérêt des jeunes pour la science aujourd'hui ? Les clichés autour de la science ont la vie dure comme le montre une enquête de CSA Research (2014). Les jeunes sont eux-mêmes porteurs de préjugés sociaux (45% des jeunes interrogés affirment que les filles sont moins intéressées par les sciences que les garçons) ou moraux (70% pensent que nous sommes trop dépendants de la science) dans leur appréhension de la culture scientifique. Mais cette même enquête nous apprend que la science suscite encore curiosité (85%), confiance (78%) et intérêt (76%) chez les jeunes. Seulement, les accès aux informations scientifiques semblent sortir des cadres traditionnels des médias et de l'école pour envahir l'espace des réseaux sociaux, créant une science 2.0. C'est ainsi une chose de constater que les médias nous vendent un désintérêt et un désengagement des jeunes pour la culture scientifique,

notamment au niveau des études, c'en est une autre de se demander si les attitudes personnelles des jeunes par rapport à la science sont réellement si alarmistes. Finalement, relativement peu de travaux isolent spécifiquement les pratiques informelles des jeunes en matière de science, notamment par le biais des technologies numériques et leur capacité à établir des critères de jugement visant à distinguer la vraie science des pseudos sciences. Si l'Internet a réduit les problèmes d'accès à l'information scientifique, l'un des nouveaux challenges qui s'imposent au jeune public concerne l'évaluation de ces informations que ce soit au niveau de leur crédibilité, de leur nécessité et de leur assimilation. Comment les jeunes accèdent-ils à l'information scientifique et quels sont les obstacles qui empêchent la construction d'une véritable « culture scientifique » (scientific literacy) ?

A partir d'une revue de littérature scientifique, nous avons pu constater que si la littérature consacrée au thème de la science et des jeunes publics est vaste (Gelmez Burakgazi & Yildirim, 2014) (Segev & J., 2016) (Takashi & Tandoc, 2016), peu de travaux se sont intéressés aux usages des informations scientifiques par les jeunes.. Dans cette optique, nous avons ainsi choisi de réaliser une enquête qualitative, à partir d'entretiens semi-dirigés, sur un échantillon de 11 adolescents scolarisés en classe de troisième et de seconde générale. Le dispositif méthodologique sera ainsi analysé en mettant l'accent sur les particularités du groupe d'enquêtés et les procédures. A partir d'une analyse catégorielle, nous chercherons ensuite à présenter un état des lieux des pratiques informationnelles de nos jeunes enquêtés, ainsi que les usages et les contextes d'influence. Il s'agira bien entendu de mettre ensuite ces résultats en perspective et de discuter des limites et de la pertinence des conclusions de notre enquête afin d'en déduire des orientations d'approfondissement possible et perspectives professionnelles dans le domaine de l'enseignement de l'Education à l'Information et aux Médias.

I. Etat de la question

La culture scientifique et technique (CST) fait l'objet de nombreuses études, liées notamment à l'évolution de la communication scientifique. Or de profondes mutations ont bouleversé le rapport du public aux sciences.

1. Le statut de l'information scientifique : les conditions du doute

La Science s'inscrit dans un imaginaire d'objectivité du réel. En cherchant à examiner, expliquer le monde qui nous entoure, on cherche à accéder à une vérité qui nous paraît unique, voire universelle. Le mot science dérive d'ailleurs de « *Scientia* » en latin qui signifie « connaissance » (Schaefer, 2014). Or la Science n'est plus unique ou immuable, elle s'est fragmentée, spécialisée, on parlera d'ailleurs des sciences pures, des sciences expérimentales ou des sciences humaines et des sciences humaines. Dans cette perspective, il nous semble d'ailleurs plus pertinent de parler désormais des « sciences » au pluriel. A ce bouleversement ontologique s'ajoute une mutation des modes d'accès à l'information scientifique. C'est à partir de ces constats qu'il nous semble nécessaire de revenir sur les bouleversements qui conduisent à la « mise en incertitude » de la science.

1.1 La question de la vérité scientifique

En anglais, on parlera facilement de « *scientific Truth* ». Mais la notion de « vérité scientifique » est difficile à définir. Peut-on vraiment parler de vérité scientifique, dans le sens d'une connaissance absolue ? La revue *Scientific American* consacre ainsi son édito de janvier 2017 sous le titre « *how to convince someone when Facts fail ?* » (Shermer, 2017) Nous verrons ainsi que la vérité scientifique contient une idée de cohérence, de consensus, qui est forcément dépendante de contraintes extérieures et qui, à ce titre peut s'avérer problématique. Il n'y a pas une vérité absolue en science. Comme nous l'avons évoqué précédemment, la Science n'est plus unitaire et unifiée. La *mathesis Universalis*¹ de Leibnitz n'est plus. On dit ainsi de Poincaré qu'il

¹ Leibnitz (1646-1716) cherchait à unifier les connaissances par un langage universel capable d'exprimer aussi bien les concepts mathématiques, scientifiques que métaphysiques. Cité par Classens, 2009.

fut le dernier à connaître « l'ensemble des mathématiques de son siècle » et Einstein déclarera qu'il devait exister 15 personnes dans le monde capable de comprendre sa théorie. Cet éclatement conduit à une hyperspécialisation (Claessens, 2009) et donc à une sectorisation de la science. On passe de la vision idéaliste et platonicienne d'une science capable d'explicitier les grandes lois de l'univers à une vision matérialiste des sciences, qui peut conduire à des dérives technicistes souvent condamnées sous le terme de technosciences (Claessens, 2009) (Brake & Weitkamp, 2010). On arrive alors à une vision dualiste de la science opposant d'un côté la recherche fondamentale, la science pour la science sans se préoccuper des prolongements techniques ou technologiques et de l'autre les sciences appliquées s'inscrivant dans un espace social. De nombreux scientifiques ont d'ailleurs un discours ambigu par rapport à l'utilité des sciences. Cette idée ressort de façon assez récurrente chez le public jeune, qui associe encore le scientifique à un pseudo-apprenti sorcier (85%) (CAS, 2014).

Dans un tel contexte, le scientifique ne peut plus être assimilé au savant de la Renaissance. Il deviendra expert en un domaine, puis évoluera vers le statut de chercheur. Lelu et Eastes définissent d'ailleurs un chercheur comme « quelqu'un qui sait presque tout sur presque rien : un ultra spécialiste » (Lelu & Eastes, 2011). C'est cette mutation du statut du scientifique qui sera à la base d'une méfiance: le chercheur est aujourd'hui un « hyper spécialiste ». Convoqué comme « expert » par les médias, il en vient parfois à se prononcer sur certains sujets scientifiques hors de son domaine de compétence (Besnier, 2010). L'expert n'est pas simplement celui qui sait, sur un champ délimité de savoir. Son expérience reconnue lui permet d'apporter une réponse argumentée à une demande d'expertise. C'est de cette confusion que naissent certains épisodes de scientifiques commentant dans l'espace public des faits ou théories ne relevant pas directement de leur domaine de spécialisation (Ce fut le cas avec l'affaire Claude Allègre qui amalgamait climatologie et météorologie) (Arnold & Huet, 2014). Les avancées scientifiques sont inscrites dans le temps et dans le progrès social. L'idée d'une science pure, dénuée de contingence matérielle hors du temps et de la société ne semble plus trouver sa place. Les sciences apparaissent comme un ensemble de théories mouvantes, ancrées dans un contexte politique, économique et social. Lecointre et ses collègues (Lecointre, Le Guyader, &

Visset, 2006) avancent qu'une théorie scientifique sera dite vraie non pas si elle correspond aux faits, mais si les propositions qui la constituent forment un tout cohérent et sont compatibles entre elles, à un instant donné de l'histoire des sciences et de l'humanité. De ce fait, pour ces auteurs, une théorie scientifique est toujours relative, liée à un ensemble de facteurs extérieurs. La science ne peut exister hors de circonstances sociales. Parfois même la théorie retenue par consensus n'est pas forcément l'explication la plus rationnelle ou la plus évidente, mais celle qui révèle son utilité à un instant de la recherche. Thomas Samuel Kuhn² parle de *paradigme* pour désigner une vérité scientifique en tant que consensus adopté par la communauté scientifique dominante, et de changement de paradigme pour désigner l'adoption d'un nouveau paradigme, renversant le précédent. Dans la même veine, Latour et Woolgar avec la théorie des acteurs-réseaux³, insistent sur le fait que les paradigmes scientifiques seraient le résultat d'interactions extérieures, sociales ou autres (Latour & Woolgar, 2005). La science en tant que processus peut s'appréhender par une approche transversale par le biais de différents angles et tenir compte de l'aspect sociologique. En tenant compte de cette théorie qui implique que les pratiques scientifiques sont socialement et politiquement construites (Albe & Gombert, 2010), il serait intéressant d'examiner les conséquences que cela pourrait avoir au niveau des représentations de la science, notamment chez les jeunes.

1.2 Diffusion et enjeux de la communication scientifique

Ainsi dans l'esprit des gens, les sciences peuvent apparaître incertaines, et l'écosystème particulier lié à la diffusion et au partage de l'information scientifique contribue à ce contexte. Les sciences ont longtemps été l'apanage d'une classe sociale dominante voire un loisir oisif (Claessens, 2009). La démocratisation et la professionnalisation de la science depuis le XVII^e siècle ont entraîné des interrogations autour de la communication des sciences. Dans le contexte actuel, Claessens a étudié trois cercles de diffusion : le premier, de pairs à pairs, de

² Thomas Kuhn *La structure des révolutions scientifiques*, 1964

³ La Théorie de l'acteur réseau (*Actor-Network Theory*) propose de remettre en dialogue les activités « sociales » dans une perspective sociologique et de prendre en compte les influences des contextes sur des états des connaissances

chercheurs à chercheurs dans une optique de travail, le second : des chercheurs vers un public éclairé, ce qui donne un modèle pour la transmission, le troisième : par la médiation des journalistes scientifiques et des médias en relation avec le concept de vulgarisation. (Claessens, 2009). La communication scientifique en multipliant les émetteurs et les niveaux d'accès (notamment en faisant appel aux connaissances préalables du public) est en position de faiblesse. Claessens s'appuie sur le modèle de Katz et Lazarsfeld des « *two step flow of communication*⁴ ». On peut retenir deux écueils résultant de ce schéma de communication particulier : la diffusion massive dans une logique adaptative (*Deficit Information Model*)⁵ et l'élargissement de l'écart science savante/ science profane par le biais d'une vulgarisation parfois inadaptée. Ces limites seront à analyser, car elles touchent particulièrement le public jeune.

Le mode de diffusion de l'information scientifique dans l'espace public se fait traditionnellement du « scientifique » vers le « grand public ». Or ce schéma de transmission n'est pas toujours opérationnel : d'abord, de par la nature des émetteurs : les scientifiques ne sont pas toujours formés à « traduire » leurs travaux dans un mode compréhensible pour le grand public, et d'autre part le public récepteur ne dispose pas toujours des connaissances antérieures nécessaires. Ainsi le scepticisme vis-à-vis de la science moderne serait lié à un déficit de connaissances scientifiques, qui ne permettrait pas à l'individu de prendre conscience des enjeux scientifiques à l'œuvre. (Ungar, 2000, Takashi & Tandoc, 2016) La diffusion massive d'informations permettrait donc de pallier ces carences et de faire évoluer l'opinion publique. Pour reprendre les idées d'Habermas (1973)⁶, il existe un corpus de critères éthiques qui est susceptible d'être accepté par la société, les conflits pourraient être évités si on élabore un cadre d'acceptabilité. Or il apparaît que la diffusion massive d'information ne suffit pas à faire évoluer

⁴ La théorie de la communication à double étage de Katz et Lazarsfeld implique une influence faible des médias, qui conduit à l'intermédiation par des leaders d'opinion, notamment dans la formation des opinions politiques. Cette théorie peut trouver un écho au niveau de la dimension sociale de l'information scientifique.

⁵ Le Déficit Information Model s'inscrit dans le cadre des Public Understanding of Science studies. Il s'agit d'analyser la méfiance du public par rapport à la science et d'attribuer cela au « déficit » de connaissances ou d'information engendrant une incompréhension. Il est associé à une division entre les experts qui ont l'information et les non-experts qui ne le font pas. Le modèle implique que la communication devrait se concentrer sur l'amélioration du transfert de l'information des experts aux non-experts.

⁶ Jürgen Habermas, 1973.

le point de vue du public. Au contraire, dans un mouvement paradoxal, l'explosion informationnelle a engendré plus de questionnement que de certitudes.

Ainsi la question des acteurs de l'information scientifique contribue à ce climat d'incertitude collective : les scientifiques ont toujours un statut ambigu et les chercheurs ne sont certainement pas tous experts dans tous les aspects de la science et leurs témoignages dans le débat public portent souvent à confusion, les experts « médiatiques » étant souvent plus des spécialistes de la communication que de véritables chercheurs en sciences. (Gerad & Huet, 2014). Et d'autre part, l'information scientifique n'apparaît plus comme un monopole. En effet, les journalistes spécialisés ou non, médiateurs, enseignants, ou simples citoyens passionnés, profanes ont désormais la possibilité de s'exprimer dans l'espace public, notamment par le biais d'Internet.

On peut noter que la révolution technologique du web 2.0 ne saurait pourtant être assimilée à une révolution communicationnelle. (Wolton, 2014) Le changement dans les modes de diffusion opérés par le web favorise sans doute la diffusion des informations, mais pas forcément leur qualité. L'information scientifique continue de s'inscrire dans une pratique classique (publication par les chercheurs), relayée par des outils numériques (Etzscheld, 2014). Les blogs de chercheurs, les plateformes de publication légitimes favorisent la coopération entre les chercheurs et la multi modalité. Néanmoins, l'émergence de la science au sein de l'espace public ouvre la porte à une science publique, à l'irruption d'une science profane, où chacun peut s'auto former et s'improviser spécialiste. Le développement des formats sociaux (blogs, publications qui affichent nombre de vues et commentaires, vidéos) favorise la mise en dialogue de la culture scientifique. Il ne s'agit pas de valider toute pseudo expertise, mais de laisser la place à l'irruption d'une médiation des savoirs et à une évolution vers les sciences participatives, un « Espace public scientifique » (Miège, 2005). L'affaiblissement des médias traditionnels et l'interposition de médiations profanes conduit à un éclatement de l'Espace public scientifique, à la création d'un « complexe science-technique-industrie-armée-administration intégrée ».

(Jürgen Habermas in (Claessens, 2009)) qui entrave le débat public et favorise l'émergence d'opinions scientistes.

La science n'est plus intouchable, les médias numériques ont renforcé le doute en médiatisant les controverses parfois de façon stérile (Gerad & Huet, 2014) et favorisant une information simple et efficace au détriment du discours scientifique.

1.3 Les mutations de l'information scientifique

Les sciences semblent devenir à la fois trop complexes et trop spécialisées et l'écosystème lié à la diffusion de l'information scientifique impose de nouvelles contraintes au journalisme scientifique. Claessens parle ainsi de dictature du chiffre « le chiffre est supposé donner, *per se*, une valeur objective et scientifique à l'information » (Claessens, 2009, pp. 104-118). Claessens note que la communication scientifique dans les médias est souvent beaucoup plus liée à une communication de résultats chiffrés, plutôt qu'une véritable approche critique du cheminement scientifique. On sera plus sensible aux effets d'annonce, aux résultats inédits qu'au compte rendu des tâtonnements liés à la recherche. Latour et Woolgar (2005) se sont d'ailleurs intéressés à cette construction du fait scientifique, qui efface les traces de tâtonnements et ne met l'accent que sur les résultats destinés à être publiés. Dans une enquête sociologique autour de la production des faits scientifiques, ils montrent que le cheminement des scientifiques souvent réduit à une démarche linéaire, est elle-même une « imposture » selon les termes des chercheurs, une reconstruction par le scientifique.

Le mélange des genres informationnels et de divertissement, sous couvert de vulgarisation et de démocratisation des savoirs scientifiques contribue également à la création d'un climat d'incertitudes. L'émergence de l'*infotainment* (Cottier, 2003) en science, notamment à la télévision pose le problème de la simplification à outrance, de la traduction d'un discours scientifique, de sa mise en histoire au lieu de prendre en compte le caractère complexe et le cheminement non-linéaire de la démarche scientifique (Chervin, 2003) (Lelu & Eastes, 2011). La culture scientifique est « vendue » comme ludique, simple et active.

Il existe également un certain vivier de sujets qui font les unes médiatiques ou le bonheur des réseaux sociaux. Dans des études autour des médias traditionnels comme le journal télévisé (Chervin, 2003) ou la presse quotidienne (Jacobi, 2005), la science n'apparaît pas toujours comme un thème culturel majeur, mais bien sous forme de *news* ou de brèves d'actualité. Si la science n'est pas toujours en première page, les études quantitatives montrent que les thématiques scientifiques sont cependant très présentes en filigrane dans des sujets de société touchant à la technique, aux innovations notamment dans les domaines de la vie quotidienne (Jacobi, 2005).

Le rapport entre les médias et la science remonte aux années 1950, où les médias traditionnels apparaissaient comme une vitrine de la science, relayant avec beaucoup d'enthousiasme les grandes avancées scientifiques, notamment la course à l'espace (1949-1970). Les relations science/médias se sont ensuite dégradées après 1975 avec l'apparition des grandes crises scientifiques et notamment les catastrophes industrielles écologiques des années 1980. Les médias sont alors devenus l'incubateur des discours revendicatifs sur l'évaluation des risques en science en pointant notamment le double langage des scientifiques qui d'un côté vantent les vertus de la science et des progrès techniques, mais réfutent une utilisation dangereuse ou une attitude responsable (Claessens, 2009 ; Klein, 2016). A partir des années 2000, on assiste à une période de confusion, la médiatisation mondiale des catastrophes naturelles engendre une méfiance du public vis-à-vis de la science, les médias favorisant un discours fataliste et dénonciateur des abus de la science.

Le modèle de l'information scientifique, incertaine et fluctuante, et les modes de communication de la culture scientifique contribuent ainsi à l'émergence d'une certaine méfiance par rapport à la science. Nous pouvons alors nous interroger sur les conséquences de ces changements au niveau notamment du public juvénile. Quel rapport les jeunes entretiennent-ils avec la culture scientifique et technique ? Comment s'informent-ils ?

2. Les jeunes et les sciences : pratiques et expériences informationnelles

D'après les sondages (CAS, 2014), les jeunes s'intéressent aux sciences. Néanmoins, il s'avère que si de nombreux jeunes avouent être intéressés par les sciences, celles-ci sont souvent perçues par le biais des études et présentent peu d'attraits dans une perspective de formation personnelle.

2.1 Intérêt pour les sciences : l'influence du contexte scolaire

Ainsi, l'enseignement scolaire scientifique est perclus de préjugés, Charles Percy Snow en 1951 dénonçait déjà ce phénomène des « deux cultures » qui opposait une culture humaniste et littéraire par rapport à une culture scientifique, souvent fermée, obtuse et éclectique (Snow, 2001). On retrouve d'ailleurs cette idée dans la répartition des filières en France dans le secondaire (CAS, 2014) : la poursuite d'études scientifiques est un choix connoté. Le bagage scientifique, les connaissances préalables (*scientific knowledge*) n'est donc pas égalitaire, ce qui peut conduire à des situations d'inconfort, notamment chez les jeunes adultes. De nombreux programmes de vulgarisation, voire de médiation des sciences ont été mis en place afin de réduire ses obstacles liés aux connaissances préalables à travers notamment les programmes de *Public Understanding of Science* (RU) ou de mise en culture de la science avec des organismes de vulgarisation comme le Palais de la Découverte en France.

La question du genre est également très présente dans le contexte scolaire : on n'échappe pas aux préjugés qui cantonnent les filles à des aptitudes plus littéraires et artistiques, et les garçons du côté du rationalisme et des sciences. Les jeunes eux-mêmes ont tendance à véhiculer ces représentations stéréotypées. L'image du scientifique, souvent assimilé au savant dans son laboratoire, sorte de génie solitaire à la manière du professeur Tournesol de Hergé est également très orienté. Les femmes apparaissent souvent comme des contre stéréotypes féminins, modernes et sérieuses, à la limite également du caricatural (Chemery & Laurent, 2010). Chez les plus jeunes, la figure du nerd/ geek, féru de technologie n'a pas bonne presse (Lelu & Eastes, 2011). Pourtant, si ces clichés sont encore répandus y compris chez les jeunes, les études

de terrain ne corroborent pas ces préjugés : les filles sont tout autant que les garçons intéressées par les sciences et ont souvent de meilleurs résultats dans les matières scientifiques (CAS, 2014 ; Guenther & Georg, 2016).

D'autre part, le contexte social influence le rapport à l'information : on peut noter une « distribution sociale de l'ignorance » selon Ungar (2000) en ce qui concerne les connaissances scientifiques. La science est perçue comme plus ou moins complexe. Les individus ne sont pas tous égaux devant l'information puisque certains textes scientifiques sont difficiles d'accès sans un bagage, qu'il soit fourni comme nous l'avons évoqué par la scolarisation ou par un contexte familial. La nécessité de disposer d'un tel bagage peut engendrer des attitudes de protection par rapport à l'information (*protective behavior*)⁷, par crainte de ne pas pouvoir assumer une confrontation avec des informations inaccessibles ou en contradiction avec des connaissances préalables. Ces attitudes se retrouvent le plus souvent chez les jeunes n'ayant pas fait d'étude scientifiques. (Ungar, 2000). Metzger et Flanagin (2013) mettent également l'accent sur le phénomène de surcharge informationnel : l'esprit n'est pas toujours capable d'assimiler des informations complexes (*limited capacity model*). Les jeunes publics notamment ont tendance à sélectionner les informations dans une perspective du « principe du moindre effort »⁸, il s'agit d'adapter ses stratégies de recherche pour optimiser le coût cognitif par rapport au résultat souhaité. Il existe donc au sein du jeune public certaines catégories de population plus « frileuses » (personnes n'ayant pas suivi de formation ou de cursus scientifique, personnes à niveau d'étude peu élevé, les filles) qui, par crainte du niveau de technicité et de la complexité des informations scientifiques, choisissent une attitude de repli, voire de rejet de l'information scientifique.

La majorité des expositions à l'information scientifique sont cependant en lien avec le curriculum scolaire et les demandes des enseignants. Segev et Sharon (2010; 2016) soulignent dans leurs travaux autour des recherches volontaires en sciences, sur Wikipédia et Google,

⁷ Chapman

⁸ Pirelli cite par (Metzger & Flanagin, 2013) d'après Simons.

l'existence de modèles cycliques liés au contenu des programmes scolaires. Ils mettent ainsi en relief le rôle des institutions éducatives dans les usages en ligne et l'éveil de la curiosité scientifique. Si les schémas temporels permettent de conclure que les jeunes, suite aux thèmes abordés dans le contexte scolaire, adoptent une attitude de prospective pour approfondir leurs connaissances autour d'un sujet, nous pouvons nous interroger sur les influences des couvertures médiatiques.

2.2 Actualités scientifiques et besoins immédiats

Il semble également que la couverture médiatique favorise l'exposition et dans une moindre mesure l'acquisition de connaissances scientifiques. Les innovations technologiques intéressent 80% des jeunes (CAS, 2014) et les actualités scientifiques et techniques suscitent également un engouement important (67%).

Les recherches volontaires autour de la science semblent liées à une réponse à des besoins d'informations immédiats. L'information scientifique et technique remplit des fonctions bien précises, 80% des jeunes jugent par exemple les applications scientifiques surtout utiles dans le domaine de la santé (CAS, 2014). On assiste à une domestication de la science, dans une logique utilitariste. L'intérêt public pour les sciences se limite souvent aux thématiques ayant un pseudo-impact dans la vie quotidienne, voire aux sujets métaphysiques et éthiques plutôt qu'aux découvertes liées à la recherche fondamentale. La remise des Prix Nobels ne suscite pas particulièrement de curiosité par rapport aux recherches des lauréats, mais les sujets autour des découvertes médicales, de la biologie, des nanotechnologies ou de l'environnement semblent attirer le public (Segev & J., 2016). Gelmez et Yildirim (2014) reprennent la théorie des *uses and gratifications* (*Uses and Gratifications Theory*) de Blumer et Katz⁹ et cherchent à inscrire la recherche volontaire d'actualités scientifiques des jeunes dans une réponse à une recherche immédiate de satisfactions, en choisissant et utilisant des médias qui répondent à des besoins

⁹ Blumer and Katz *Uses and gratifications* -, 1974 cité par Gelmez Burakgazi & Yildirim, 2014 Blumer et Katz relèvent un certain nombre de satisfactions en réponse à des besoins d'information : Affection / sociabilité, Plaisir, Utilité, Réassurance psychologique, Accès immédiat...

d'informations immédiats. Le contexte scolaire, s'il favorise la recherche d'informations cycliques n'est pas toujours le meilleur vecteur de transmission en ce qui concerne les informations d'actualité (*news*) (Segev & J., 2010). Les gratifications sociales sont également peu nombreuses, les jeunes ayant peu d'occasion de discuter « science » dans une vocation socialisante.

2.3 Territoires numériques et sources alternatives

On ne saurait parler de l'information scientifique sans revenir aux mutations de l'espace informationnel : l'information est partout. La culture scientifique ne fait pas exception. La société favorise une imprégnation un « bain médiatique »¹⁰. Pourtant, peu de travaux sont consacrés aux expositions d'information accidentelles, fortuites. Les sciences sont partout, la logique de l'*information push* ainsi que les pratiques de réseautage sur les réseaux sociaux favorisent une exposition accrue. Une enquête de Welbourne et Will (2016) montre ainsi que le web 2.0 en proposant un schéma de communication libre favorise la circulation des idées.

Néanmoins l'information n'est pas la connaissance. Les territoires numériques favorisent un accès qui peut paraître universel, mais il existe ce que Khan et Kysar¹¹ définissent comme la *cognition culturelle du risque* (*Cultural cognition*). Les jugements de crédibilité relatifs à l'information ne seront pas fonction des temps d'exposition à une information, mais en lien avec les croyances préalables. Les individus sont plus enclins à chercher et à valider des informations qui viennent corroborer nos opinions personnelles (Heuristique de confirmation personnelle) (Metzger & Flanagin, 2013). On retrouve ce phénomène dans les classes où les élèves argumentent essentiellement autour d'un sujet scientifique en s'appuyant sur leurs propres idées et connaissances, souvent développées hors de l'école, leurs expériences personnelles, et leurs valeurs (Albe & Gombert, 2010). Les vérités scientifiques sont d'abord des constructions personnelles, des facteurs externes sociologiques ou cognitifs interviennent dans nos

¹⁰ Monique Dagneau.

¹¹ Khan et Kysar ou biais culturel. Il s'agira d'évaluer les informations à partir uniquement de son propre système de croyances et de références culturelles.

perceptions de la science. Des facteurs externes : croyances éthiques, culturelles, expériences personnelles, biais cognitifs, vont façonner la perception des idées scientifiques et affecter les jugements, notamment chez le jeune public (Bronner, 2013).

Les recherches empiriques montrent l'influence du médium sur la crédibilité accordée à l'information. Les jeunes affirment avoir davantage confiance pour les informations scientifiques dans les supports écrits (livres, médias traditionnels, magazines spécialisés) (Takashi & Tandoc, 2016), et avoir une attitude plus critique par rapport aux informations en ligne. Ainsi Metzger et Flanagin (2013) ont étudié les différentes méthodes d'approche de l'information : la méthode analytique, visant à une analyse approfondie, la méthode heuristique basée sur des prises d'indices se faire une opinion sur un site rapidement plutôt que d'opérer une analyse plus approfondie et plus chronophage et la méthode prescriptive basée sur l'influence du groupe (Metzger & Flanagin, 2013). Cependant les études de Ozbay et Koksall (2016) sur l'influence des croyances sur la validation des informations scientifiques prennent en compte différentes dimensions : la structure de la connaissance (simple vs complexe), la fiabilité (certitudes vs changement), la source (autorité vs construction personnelle), la vitesse d'assimilation de la connaissance (rapide vs besoin de temps) et le contrôle de cette assimilation (facilités innées vs acquis). A travers ce filtre, les auteurs ont interrogé un panel de 431 élèves d'écoles turques et sont arrivés aux conclusions que le jeune public avait des attitudes critiques sophistiquées par rapport à la crédibilité des sources, le travail de validation des supports semble se faire de façon efficace, mais les principaux obstacles résidaient dans l'adhésion et l'assimilation des connaissances en relation avec les connaissances ou les représentations préalables. La médiation (provenance et contextualisation de l'information) ne semble donc pas être un critère suffisant pour l'adhésion ou le rejet d'une information scientifique.

De plus, la dissémination des idées scientifiques ne se fait cependant pas selon un schéma linéaire. En dehors des obstacles cognitifs personnels, la totalité de l'information relayée à la fois par les médias traditionnels et par le web n'est pas neutre. Bourdieu (1996) dénonçait une

« circulation circulaire de l'information »¹², c'est-à-dire que les informations diffusées par les médias sont très souvent des informations produites par d'autres médias. Or l'information numérique s'inscrit dans ce même schéma, conduisant à une uniformisation des informations. L'exposition à l'information scientifique par le biais notamment des réseaux sociaux conduit à des pratiques de réseautage qui conduit à une « polarisation du marché cognitif », (Bronner, 2013), c'est-à-dire à la mise en place d'une situation oligopolistique voire monopolistique de diffusion de la connaissance (les bulles de filtre d'Internet). On se contentera d'une information confortable, ni trop complexe ou trop polémique, pour éviter un conflit cognitif trop violent. Mais la libre circulation des idées favorisera l'accès à des sphères alternatives d'informations. On peut s'interroger sur l'émergence et le succès des sciences alternatives,¹³ qui proposent des solutions accessibles et souvent des inférences idéologiques au sein du débat public. (Nisbet, Cooper, & Ellithorpe, 2015). Les jeunes seront sensibles aux informations intégrant des données qui peuvent faire écho à leurs croyances personnelles et donc seront moins critiques par rapport à certains sites de pseudosciences offrant des alternatives voire des sites obscurantistes ou complotistes (Harambam & Aupers, 2015).

3. Les sciences et les jeunes : perceptions et jugements

La science contient donc par nature les conditions du doute. En même temps, l'étude des modalités d'accès et des usages que font les jeunes des informations nous pousse à nous interroger sur les représentations et les jugements que ceux-ci peuvent émettre.

¹² Pierre Bourdieu, *Sur la télévision*, Liber-Raisons d'agir, Paris, 1996.

¹³ Les « sciences alternatives » peuvent se définir selon la ligne éditoriale de la revue Nexus comme la nécessité « bousculer les dogmes, de dénoncer les grandes mystifications, de revisiter les concepts établis pour une compréhension plus vaste de notre époque et de ses enjeux » Il s'agit souvent d'un mélange de sujets scientifiques détournés, pseudo-scientifiques et conspirationnistes.

3.1 Sciences inquiétantes : entre fascination et manipulation

La science fait rêver et fascine. Brake et Weitkamp (2010) expriment l'idée que l'information scientifique est disséminée entre les sources documentaires / *non-fiction* (médias, livres) et les sources fictionnelles (romans, films...) qui vont imprégner les jeunes d'une certaine image de la science et du scientifique. En dehors du stéréotype du personnage en blouse blanche dans son laboratoire, la figure du scientifique est souvent assimilée à celle de l'inventeur génial qui connaît l'illumination et souvent associé à la figure du superhéros, désintéressé et motivé par le bien de l'humanité, notamment chez les plus jeunes (Chemery & Laurent, 2010). Ces représentations souvent façonnés par les personnages de scientifiques à la télévision ou au cinéma montrent que les plus jeunes façonnent une représentation idéalisée de la science (Tan, 2015), simple, linéaire, éthiquement et moralement justifiable (Les méchants seront assimilés à des scientifiques, dévoyés, des savants fous). La confrontation avec la réalité conduira forcément à une crise de confiance (vers 11 ans) (Takashi & Tandoc, 2016) qui impactera les représentations de la science. Le rêve spatial, la fascination pour les étoiles conduisent à une lecture naïve et à une confusion des innovations technologiques réelles et fictives. Les jeunes se construisent des imaginaires de la science et du scientifique qui nourrissent leurs besoins affectifs (*affective needs*¹⁴) là où ils devraient faire un pas de recul pour s'affirmer dans leurs besoins cognitifs.

Si la science fascine les plus jeunes, elle possède également un côté obscur. Les questions éthiques des sciences appliquées sont souvent sur le devant de la scène. Il existe en effet toujours un versant militaire aux avancées de la science, et les découvertes scientifiques ne sont plus toujours perçues dans l'espace public comme des avancées dédiée au progrès de l'humanité : De nombreux sujets inquiètent (le nucléaire, les OGM...) (CAS, 2014) et le pas est vite franchi vers des dérives idéologiques. La diffusion de récits liés aux théories du complot, aux frontières de la science imputant une origine intentionnelle à certaines maladies (le cancer de Chavez, les polémiques autour de la vaccination) ou des sociétés malveillantes derrière certaines dérives technicistes (Harambam & Aupers, 2015) ont contribué à une vision inquiétante de la science. La

¹⁴ Blumer and Katz Uses and gratifications -, 1974 cité par (Gelmez Burakgazi & Yildirim, 2014)

neutralité même des scientifiques est remise en cause jusqu'à les assimiler à des « marchands de doute » dévoyés par les grandes corporations. Oreskes et Conway (2012) dénoncent les « biais d'information » de certains résultats qui par, des trajectoires argumentatives complexes (mise en valeur de certaines recherches, omission, interprétation aléatoire) s'inscrivent dans une optique idéologique (l'affaire des *Tabacco papers* favorables aux industries du tabac). Goldberg (2003) s'est intéressé à la perversion du discours scientifique, qui sous couvert d'études, de manipulations chiffrées et de démonstration pseudoscientifique devient l'argument indémontable d'une information orientée, ce qu'il dénonce comme l'émergence d'une « bad science » dévolue à des intérêts économiques. Ses mises en garde véhémentes à destination du grand public en ont fait l'un des « lanceurs d'alerte » (*whistleblower*) le plus médiatiques et l'un des plus controversés. Au niveau de l'éthique, les sphères conspirationnistes se prévalent du « syndrome de Galilée » qui implique que les adhérents à une pseudo-théorie la considèrent presque toujours comme révolutionnaire, et en outre s'estime persécutés (Binet, 2002). Les théoriciens de la conspiration ne sont pas intéressés par la falsification, mais sélectionnent des informations clefs pour confirmer leurs théories en remplaçant les liens de corrélation par des liens de causalité. C'est le « paradoxe des évidences » (Harambam & Aupers, 2015). On assiste ainsi à une remise en cause quasi systématique des grandes découvertes scientifiques depuis la théorie de l'évolution jusqu'à la rotondité de la terre. Ainsi Carl Sagan, astronome et scientifique, en 1979, évoquait déjà le paradoxe lié aux théories du complot en science : « Le fait que l'on se soit moqué de certains génies ne veut pas dire que tous ceux dont on se moque sont des génies. Nous nous sommes moqués de Christophe Colomb, de Fulton, des frères Wright. Mais nous nous sommes aussi moqués de Bozo le clown. »¹⁵. Son travail de décryptage autour des pseudosciences est aujourd'hui toujours d'actualité. Fondateur du scepticisme scientifique, il cherche à promouvoir la science et à soumettre à des méthodes scientifiques (recherches empiriques, reproductibilité) les disciplines pseudoscientifiques. Les sites de décodage et de

¹⁵ "The fact that some geniuses were laughed at does not imply that all who are laughed at are geniuses. They laughed at Columbus, they laughed at Fulton, they laughed at the Wright brothers. But they also laughed at Bozo the Clown." Carl Sagan *Broca's Brain*, éd. Random House, 1979. p64

« *debunkage* »¹⁶ des informations scientifiques s’inspirant de cette position philosophique sont désormais nombreux sur Internet. L’Agence Science-presse a elle-même ouvert une rubrique Décodage de rumeurs (Science-Presse, 2016). Les théories conspirationnistes souvent présentées comme des théories scientifiques, notamment grâce à l’exemplarité des données et un argumentaire spécifique (« le mille-feuille argumentatif ») ont cependant souvent plus d’affinité avec des croyances métaphysiques voire religieuses (Bronner, 2013 ; Harambam & Aupers, 2015).

3.2 Science et fiction

Toute découverte scientifique est un récit : on occulte tout le raisonnement scientifique pour raconter une découverte, une aventure scientifique souvent sous forme de contes naïfs mettent en scène des éléments de culture populaire (la pomme de Newton, la mouette d’Einstein) (Lelu & Eastes, 2011). On réécrit l’histoire scientifique à travers des histoires de grands hommes les *Great Mens* qui s’affichent comme un archétype idéalisé du scientifique qui ne sera jamais égalé (Brake & Weitkamp, 2010) , ce qu’ Etienne Klein (2010) appelle « des « histoires de science » (par exemple des histoires de découvertes célèbres), hors de tout esprit de sélection, avec comme seul but de leur ouvrir l’esprit et de « mettre la science en culture » dès le plus jeune âge. » (Besnier, 2010). Michel Serres, philosophe des sciences, s’est lui-même attelé à la mise en discours de l’histoire des sciences à travers le « Grand récit de l’Univers » (Grisson, 2011).

Dans son article *Knowledge, ignorance et the popular culture : climate change versus the ozone hole*, Ungar (2000) avance l’idée de l’importance de l’influence de l’imaginaire collectif, ce qu’on appellera aussi la culture populaire sur l’élaboration d’une culture scientifique. Malgré une couverture médiatique similaire, la sensibilisation à certains problèmes scientifiques comme la couche d’ozone trouvera un écho plus favorable chez le grand public que par exemple le problème du réchauffement climatique. Ungar démontre en effet l’influence de l’imagerie populaire (l’image du bouclier protecteur) favorisera la compréhension et donc l’intérêt du

¹⁶ Debunkage = déboulonner, démonter. Le debunkage est un exercice qui consiste à prendre des déclarations et à montrer en quoi elles sont erronées ou notamment dans le cas de discours idéologiques ou liés aux pseudosciences.

public, alors que le phénomène du réchauffement climatique paraît plus lointain dans sa représentation et dans le temps et ne suscite pas la même réception.

Les approches sémiologiques montrent qu'une certaine image de la science est véhiculée dans les médias par le biais des fictions. La démarche scientifique est parfois dévoyée, ou modélisée. Des représentations préalables acquises hors du contexte documentaire permettent tour à tour une meilleure visualisation de certains concepts scientifiques ou au contraire, entraînent dans un monde de connaissances erronées. C'est la transcription médiatique du *CSI effects*¹⁷ : si la théorie du *Deficit Information Model* implique que la culture scientifique est biaisée par le manque ou l'absence de connaissances en science, l'étude montre que l'effet inverse est aussi probant. La surexposition à une information scientifique fictionnelle engendre des effets de croyance et de jugements erronés (Cole, 2015), comme ce fut le cas avec la série *CSI Les experts* qui a non seulement véhiculée des représentations romancées du métier de CSI, mais a popularisé des techniques scientifiques inexistantes ou biaisées. La télévision, les séries télé, le cinéma et la littérature regorgent de références scientifiques. La science fictionnelle apparaît comme un facteur d'influence considérable dans cette construction. (Brake & Weitkamp, 2010). Enfin, la culture populaire véhicule une mythologie des théories conspirationnistes, à travers des films comme *Matrix*, des bestsellers comme *The Da-Vinci code* ou des séries TV comme *X files* ou *Person of Interest*. (Harambam & Aupers, 2015). Ces récits favorisent la construction d'un état de vulnérabilité intellectuelle et auto nourrissent la défiance par rapport à la culture scientifique

Pour reprendre une idée de Bronner (2013) et pour y avoir été confronté durant nos explorations de la littérature, il semble que certains facteurs conduisant au relativisme des sciences font l'objet de peu de travaux empiriques : l'émergence des pseudosciences et l'influence des imaginaires ne semblent pas être des domaines d'investigation très prisés au sein même de la communauté scientifique.

¹⁷ *CSI: Crime Scene Investigation*, série télévisée créée par Anthony E. Zuiker en 2000 basée sur les enquêtes de la police scientifique américaine.

3.3 Ça ressemble à de la science...

Ainsi la science, sous couvert de vulgarisation, peut apparaître pour les jeunes dans une version édulcorée. L'information scientifique reste dépendante d'un certain nombre de représentations préalables et de biais cognitifs. La mise en doute de la légitimité scientifique semble ainsi s'opérer à deux niveaux : Un premier niveau éthique conduit à avoir une réaction de défiance face aux autorités scientifiques, aux sources et à leur motivation (Oreskes, 2012), un second niveau cognitif, concernera le contenu, les informations diffusées. L'information scientifique doit s'inscrire dans un horizon cognitif et répondre à des attentes précises notamment pour le public adolescent.

D'après Serres (2005), pour accéder à une « autonomie de jugement », il est nécessaire de maîtriser de façon experte six domaines culturels : la culture générale, la culture disciplinaire spécifique, la culture info-documentaire, la culture des médias et les cultures numérique et informatique. Cette configuration représente un coût cognitif élevé et parfois décourageant pour un public adolescent. Pour reprendre la définition de l'OCDE PISA, la littératie scientifique (culture scientifique) se définit comme la « capacité de s'engager sur les questions scientifiques et les idées de la science, en tant que citoyen éclairé » (PISA, 2013). Cette capacité recouvre trois domaines de compétences :

- Les connaissances scientifiques préalables (Scientific Knowledge)
- La compréhension des méthodes et de la démarche scientifique (scientific method)
- La contextualisation et les implications sociales et éthiques de la science. (scientific citizenship)

Ainsi *a contrario*, la « bonne science » positive sera perçue par un adolescent comme

- compréhensible c'est à dire accessible sans trop de rappels de connaissances précédentes (Deficit Information Model) ;
- accessible dans un esprit de vulgarisation et parfois soumis au biais de concision ;
- certaine dans la mesure du possible pour justement éviter la gestion du doute ou du risque de conflit cognitif par rapporta des convictions antérieures ;

- Sensationnelle et actuelle avec une dimension liée aux résultats, aux chiffres ;
- Immédiate impliquant un usage utilitariste et des gratifications ;
- Confidentielle avec une dimension introvertie liée à un imaginaire du secret et de la découverte mineure qui peut changer la face du monde. (Brake & Weitkamp, 2010)

Pour résumer, on peut conclure que les mutations de l'espace informationnel, si elles simplifient la communication, complexifie les rapports aux sciences.

- Que sont les sciences aujourd'hui ? Il n'existe plus de vérité scientifique absolue : la « science » est devenu « les sciences ». D'un côté, la spécialisation et la complexité des sciences posent le problème du déficit de connaissances préalables nécessaires à la compréhension des travaux des scientifiques chercheurs. *A contrario*, la communication médiatique autour des sciences s'inscrit dans un processus de simplification : parole des pseudos experts, chiffres, vulgarisation ludique à outrance ...
- Que sont les sciences pour les jeunes ? Les sciences s'inscrivent pour le public adolescent dans un contexte scolaire, mais cela pose des problèmes de transfert au niveau des intérêts et des pratiques personnelles : assimilation, évaluation des informations scientifiques...
- Que font les sciences aux jeunes ? Face à ce contexte particulier, un certain nombre de perceptions empêchent la création d'une « culture scientifique » : la présence d'une « bad science », les pseudos sciences, le brouillage fictionnel contribuent à donner de la science une image paradoxale.

A partir des éléments que nous avons retenus de la littérature, la crise informationnelle et l'ère du doute semble également toucher la culture scientifique et technique. Un effort de recherche doit être mené afin d'analyser de manière précise les modalités d'accès aux informations scientifiques (support et statut) et les obstacles qui empêchent la construction d'une véritable culture scientifique chez les jeunes.

Lors de notre enquête de terrain, nous nous intéressons ainsi à différents aspects des pratiques informationnelles : L'intérêt pour la science pour les jeunes, les modalités d'accès (supports), les modalités de validation des informations et l'influence de la culture populaire.

II. Dispositif méthodologique

Notre recherche porte de façon générale sur l'engagement des élèves dans la constitution d'une culture scientifique (*scientific literacy*) dans une perspective sociale et éducative.

Dans ce cadre théorique, notre problématique porte plus spécifiquement sur les usages par les jeunes lors des expositions intentionnelles ou accidentelles à l'information scientifique et les jugements de validité qui en découlent. Comment les jeunes s'informent-ils sur les sciences ? Quels jugements émettent-ils sur les informations scientifiques ?

1. Le choix du qualitatif

- Analyse exploratoire

En analysant les travaux existants et en nous basant sur nos propres intuitions, nous avons choisi de travailler cette thématique par une approche qualitative. Il semble en effet que l'axe principal de recherche porte sur les représentations sociales des jeunes et leur rapport à la science. Si nos recherches bibliographiques ont permis de soulever un certain nombre d'interrogations, il s'agit bien ici de comprendre les phénomènes d'accès et d'appréhension de l'information plutôt que de formuler des hypothèses sur les conditions de ces usages de l'information scientifique (Seurra, 2014). La complexité du statut de l'information scientifique notamment ses liens avec un contexte sociologique nous ont poussés à nous interroger sur la construction d'une culture scientifique commune (Latour & Woolgar, 2005). Pour y parvenir, il fallait à la fois considérer le fond (la culture scientifique préalable) et la forme (les mécanismes cognitifs à l'œuvre dans la compréhension et l'analyse des informations scientifiques), le tout ancré dans un contexte d'influence (le statut scientifique de la fiction)

L'approche inductive s'est donc naturellement imposée dans la logique de combler un manque existant plutôt que de confirmer des hypothèses qui auraient pu se dégager lors de nos recherches bibliographiques. Il s'agit d'orienter une approche compréhensive plutôt que critique (Colliot-Thélène, 2004). Il s'agit moins de travailler sur le général, de chercher à expliciter par des « lois », mais de s'inscrire dans une tradition orientée vers les sciences humaines et notamment

la sociologie pour chercher à expliquer par des « raisons », des contextes d'influences internes ou externes. Ce qui nous intéresse dans ce projet, ce n'est pas de travailler sur le sens des causalités au sens où on pourrait les comprendre dans une approche orientée autour des sciences de la nature, mais bien de se poser en tant qu'observateur, à cerner des expériences humaines.

3. Méthode de collecte des données

2.1 Contexte

La collecte de données est une étape délicate qui nécessite un cadre théorique rigoureux : Charmillot évoque quatre axes à prendre en considération : la prise en compte du contexte sociologique et historique (pôle théorique), les relations entre individu et collectif (pôle épistémologique) une réflexion autour de la forme, la présentation formelle de la recherche aux participants le choix des outils de collecte et d'analyse (pôle technique) (Charmillot, 2007). Une attention particulière a été portée à la posture du chercheur dans le cadre de cette recherche. Si les entretiens ont été réalisés en milieu scolaire, ils ont toujours été présentés non pas une évaluation, mais comme un travail de recherche. L'approche qualitative n'est pas dépourvue de limites : les conditions de l'entretien, (lieux, temps, présentation...) en font un dispositif souvent ressenti de façon moins objective qu'une approche quantitative (par le biais d'une enquête dirigée). L'influence du lieu et le statut du chercheur (professeur-documentaliste) ont sans aucun doute eu des répercussions sur les jeunes enquêtés. Néanmoins, il nous semble que les élèves interrogés sont des acteurs au sens où l'entend Bernard Lahire (Olivesi, 2013), c'est-à-dire qu'ils ne sauraient pas être réduits à une approche mécaniste, mais au contraire qu'ils s'affirment comme multi-identitaires et capables de convoquer différentes attitudes par rapport au contexte. Ce serait réduire les publics à « un public » et faire preuve de généralisation abusive, pour arriver à des conclusions plaisantes, positives ou consensuelles. Or, le choix de l'approche inductive est également déterminé par cette nécessité de ne pas voir le public adolescent comme une masse, mais de prendre en compte leurs caractéristiques et leurs activités par rapport à un

public passif, selon les théories des effets forts (*Hypodermic needle* de Lasswell ¹⁸). C'est donc bien le choix d'une approche singulière visant à l'appréhension d'un phénomène qui guide notre étude (Colliot-Thélène, 2004).

2.2 Identification du groupe

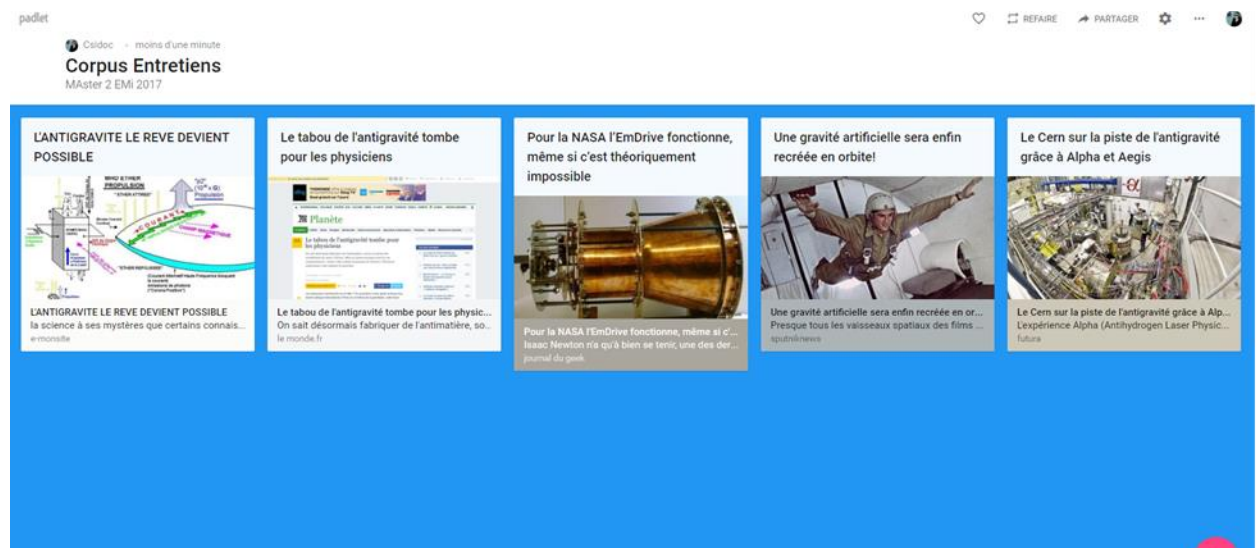
En nous basant sur les travaux de Takashi et Tandoc , nous avons choisi de concentrer notre étude sur les étudiants de classe de 3ème et de 2^{nde}. En reprenant les apports des études que nous avons présentées *supra* sur le rapport des sciences et des jeunes, il nous a semblé pertinent de nous concentrer sur une classe d'âge afin de limiter les paramètres à prendre en compte. Le passage du collège au lycée nous semble un cap intéressant, car les élèves sont mis en situation d'étudiants (Ils passent l'examen du DNBI (brevet) à la fin de l'année ou commencent le lycée). Nous nous sommes également basé sur les travaux de Tan (2015) qui a travaillé sur des élèves plus jeunes, ayant encore une vision « magique » de la science et qui ne font pas toujours systématiquement une analyse raisonnée mais se basent sur des intuitions pour évaluer une information scientifique. Giordan (2005) explique ainsi « *Le questionnement (scientifique) baisse dramatiquement: les jeunes élèves de 5-6 ans se posent d'innombrables questions sur leur environnement ou leur propre corps. Progressivement cette attitude s'étiole et en fin de scolarité obligatoire, elle a complètement disparu...* ». Il nous semble également que cette classe d'âge est pourvue d'un bagage scientifique assez conséquent pour permettre une approche réflexive de certaines thématiques. Nous avons donc choisi de conduire des entretiens semi guidés pour l'exploration de notre question de recherche : Comment les jeunes s'informent-ils sur les sciences ? Quels jugements émettent-ils sur les informations scientifiques ?

¹⁸ Ou théorie des effets directs. La métaphore de la seringue hypodermique illustre cette idée selon laquelle les médias injectent dans le cerveau des gens un certain nombre de croyances et d'idées qui influencent directement leurs comportements.

3 Déroulement et procédures

3.1 Le guide d'entretien et le corpus

Des discussions préalables sur le terrain nous ont amenées à nous interroger sur la perception d'un certain nombre de thèmes et sur leur perception par les plus jeunes. Nous en sommes venue à établir un corpus de cinq sites sur le thème de l'anti gravité pour accompagner le guide d'entretien, afin de cibler un domaine de connaissances et de prendre la mesure des moyens d'information utilisés. Le thème et la sélection des sites a fait l'objet d'un certain nombre de discussions avec l'enseignant de Science et vie de la Terre et l'enseignant de technologie, tant au niveau des liens avec le curriculum de sciences qu'au niveau des sources proposées.



Description :

Site 1 : Anonyme. "Accueil." L'ANTIGRAVITE LE REVE DEVIENT POSSIBLE. E-monsite, n.d. Web. <http://antigravite.e-monsite.com/>

Site 2: Larousserie, David. "Le Tabou De L'antigravité Tombe Pour Les Physiciens." Le Monde.fr. Le Monde, 23 Oct. 2011. Web. http://www.lemonde.fr/planete/article/2011/10/23/le-tabou-de-l-antigravite-tombe-pour-les-physiciens_1591492_3244.html

Site3 : Antoine. "Pour La NASA L'EmDrive Fonctionne, Même Si C'est Théoriquement Impossible." Journal Du Geek. N.p., 06 Nov. 2015. Web. <http://www.journaldugeek.com/2015/11/06/pour-la-nasa-lemdrive-fonctionne-meme-si-cest-theoriquement-impossible/>

Site 4 : Sputnik. "Une Gravité Artificielle Sera Enfin Recréée En Orbite!" Sputnik France. N.p., 17 Nov. 2016. Web. <https://sptnkne.ws/cFzN>

Site 5 : Sacco, Laurent. "Le Cern Sur La Piste De L'antigravité Grâce à Alpha Et Aegis." Futura. N.p., n.d. Web. <http://www.futura-sciences.com/sciences/actualites/matiere-cern-piste-antigravite-grace-alpha-aegis-46269/>

Ces sites ont été sélectionnés en fonction d'un certain nombre de critères basés à la fois sur la forme et sur le contenu : identification d'un auteur ou d'une institution, type de support...

Analyse :

Site	Auteur	Media	Caractéristiques	Validation
1	Anonyme		Site personnel	Information de type complotiste
2	Larousserie, David Journaliste scientifique	Le Monde	Article publié dans la rubrique Science du monde	Information sur l'état de la recherche. Journalisme scientifique.
3	Antoine, contributeur au Journal du Geek	Journal du Geek	Publication personnelle	Information de surface, vulgarisation
4	Anonyme	Sputnik	Contribution personnelle anonyme	Information orientée de type complotiste.
5	Sacco, Laurent.	Futura science		Information valide, journalisme scientifique

Le contenu du guide se base sur les travaux de Metzger concernant les jugements de crédibilité et les stratégies heuristiques mis en œuvre dans l'évaluation (Metzger & Flanagin, 2013). Il nous semble pertinent d'analyser les attitudes des jeunes adolescents autour de 4 questionnements principaux : L'intérêt pour la science, les supports d'informations préférés, les modalités d'exposition accidentelles, les modalités de validation des informations,, et l'influence de la culture populaire sur la culture scientifique des jeunes.

Guide d'entretien :

Contextualisation

Informations démographiques : Age, sexe, filière, profession des parents, nationalité

1. *Intérêt pour les sciences*

2. *Intérêt général pour les sciences*

Est-ce que tu t'intéresses aux sciences en général ?

3. *Intérêt scolaire*

Est-ce que tu t'intéresses aux sciences en classe ?

Quels aspects de la science t'intéressent le plus

2 *Pratiques d'information en sciences.*

Comment t'informes-tu autour de l'actualité scientifique ?

1. *Recherches volontaires ou expositions fortuites/ Sources d'information principales*

Est-ce que tu es abonné a des revues de sciences ?

Est-ce que tu regardes des émissions TV de science ?

Est-ce que tu suis des sites de sciences ?

2. *Les réseaux sociaux et les fils d'actualité*

Est-ce que tu utilises les réseaux sociaux pour t'informer autour des sciences ?

Thème 1 : Observation Evaluation de l'information scientifique : corpus autour de l'anti gravité ?

Nous allons regarder quatre sites différents sur la science en 5 min. J'aimerais que tu me donnes tes impressions :

3.1 De quoi parlent tous ces sites ?

3.2 Est ce que tu penses tous ces sites sont de la science ?

3.3 A quoi tu reconnais que c'est de la science ?

3.4 Comment tu arrives à ces conclusions ? Quels indices ? (Heuristiques mis en œuvre)

3.5 Qu'est ce tu regardes en premier ?

Thème 2 : Pratiques culturelles

4.1 Avais tu déjà entendu parler de ce thème ?

4.2 *Les univers de référence culturelle* : A quoi cela te fait-il penser ?

4.3 Est-ce que tu peux citer des films ou des livres sur même thème ?

Thème 3 : Place sociale de la science

3.1 Expositions accidentelles

Est-ce que tu as déjà parlé de ce thème avec quelqu'un ?

Est-ce que tu discuterais de ce sujet avec tes copains. Ta famille ?

3.2 Est-ce que tu te vois travailler dans les sciences un jour ?

3.3 Est-ce que tu penses que s'informer sur les sciences c'est important ?

3.2 Les procédures

Ainsi un soin particulier a également été apporté à la présentation du projet qui s'est fait par le biais du directeur de l'établissement scolaire. L'accueil des jeunes enquêtés ainsi que l'introduction et la présentation des entretiens ont également fait l'objet d'une préparation réfléchie.

Les contraintes épistémologiques liées à la représentativité des jeunes enquêtés seront prises en compte lors de la caractérisation des entretiens : la nationalité, la langue maternelle, la catégorie socio-professionnelle sont répertoriées par le biais d'un tableau synoptique afin de donner un panorama de l'horizon culturel des jeunes enquêtés. Il est certain que les échanges autour de ce projet ou le statut familial du chercheur influenceront les réponses (besoin de personnalisation ou de conformité, « effet de halo »). Il ne s'agit pas tant d'écarter la « subjectivité » du dispositif, ce qui est impossible, mais de la maîtriser de manière contrôlée (Lejeune, 2014). Néanmoins dans le cadre d'une réflexion autocritique, ces données seront prises en compte dans les limites de notre dispositif. Les entretiens ont été retranscrits dans la plupart des cas immédiatement après leurs réalisations grâce à un enregistrement audio et ont été réécoutés lors de leurs analyses ultérieures. Pour des raisons linguistiques, certains entretiens se sont déroulés en anglais, les jeunes enquêtés étant plus à l'aise avec les nuances et revenant naturellement à leur langue maternelle (Lexi, Conan et Boba)

Tableau synoptiques des jeunes enquêtés.

Nom	Date Durée entretien	Lieu	Age, sexe, classe, filière	Classe sociale	Niveau scolaire
LUKE	13 mai 2017 12 :43 25 min	Salle de classe	14 M 3eme Né USA	Aisée	TB >16
HAN	14 mai 12 :56 19 min	Salle de classe	14 M 3eme Né en France depuis 3 ans USA	Moyenne	TB > 16

LANDO	15 mai 12 :51 17 min	Salle de classe	14M 3eme Australie/ USA	Aisée	Bon>14
BOBA	25 mai 10 :36 25 min	Salle de classe	15 M 3eme USA entretien en anglais	Aisée	Moyen>11
JANGO	25 mai 10 :58 38 min		15M 3eme USA depuis 4 ans SUISSE	Aisée	Moyen>11
ADA	25 mai 2017 11 :24 20 min	Salle de classe	14ans F 3eme USA	Moyenne	TB > 16
LEXI	25 mai 11.39 25 min	Salle de classe	15 ans F 3eme USA entretien en anglais	Aisée	TB > 16
CONAN	01 juin 2017 12 :10 19min	CDI	15 M 2FB USA entretien en anglais	Aisée	TB > 16
ACKMENA	01 juin 13 :02 24 min	CDI	15 F 2FB 1 an USA	Aisée	Moyen>11
KYLE	01 juin 13 : 30 29 min	CDI	16 an M 1 an USA	Moyenne	Moyen>11
LEIA	01 juin 14 :04 16 min	CDI	15 ans F 5 ans USA	Moyenne	TB > 16

Ces entretiens ont fait l'objet d'une analyse catégorielle autour d'un certain nombre de thématiques : modalités d'accès, pertinence des mediums, évaluation des sources, intérêt

connaissances préalables sur le sujet, évaluation des informations, influence du contexte social, du contexte personnel. Certaines précisions chiffrées sont notées dans l'Annexe 1.

III. Présentation et analyse des résultats

L'analyse thématique des données recueillies chez les jeunes enquêtés lors des entretiens a permis de mettre en relief des grandes tendances, mais aussi de se rendre compte des divergences et des particularités individuelles dans les réponses des participants. A l'issue de ce travail nous avons relevé trois catégories principales : le poids du numérique notamment d'Internet dans les pratiques d'informations autour de la science, l'importance des contextes scolaires et familiaux, et enfin les représentations de la science qui découlent de ces pratiques.

1. Des pratiques informationnelles en ligne

1.1 Un accès majoritairement numérique : Internet

Lors des entretiens réalisés autour des pratiques informationnelles des jeunes en ce qui concernait les informations scientifiques, la question des modalités d'accès est majoritairement liée au numérique et notamment Internet. En effet, l'ensemble des jeunes interviewés disent utiliser Internet pour s'informer sur les sciences. Ces pratiques ne font cependant pas l'objet d'une analyse approfondie de la part des jeunes enquêtés en tant qu'utilisateur. Internet apparaît comme une nébuleuse d'informations, sans précisions spéciales. Lando affirme s'informer sur Internet, mais reste vague dans le descriptif de ces pratiques : *« Je ne sais pas trop. Je me tiens au courant par Internet, je pense. Je regarde des sites si on a parlé de thèmes qui m'intéressaient en cours ou si j'ai entendu parler de quelque chose. »* (Lando, Garçon, 14 ans, 3ème, Australie)

Google

L'utilisation de Google Search comme outil de recherche d'accès revient également systématiquement dans les entretiens (11 occurrences sur 11 entretiens) : Google apparaît

comme un portail qui permettrait un accès universel et immédiat à l'ensemble des connaissances scientifiques. Ada et Han insistent sur le fait que Google permet ensuite une sélection personnelle par rapport aux critères d'intérêt ou de fiabilité, mais reste un accès privilégié. « *Je tape le sujet (sous Google) je regarde un peu le site pour voir s'il a l'air fiable ou je regarde des vidéos qui m'intéressent.* » (Ada, Fille, 14 ans, 3ème, USA).

La question de « l'intéressant » revient également régulièrement au cours des entretiens. « *Je regarde (des sites de science) quand je tombe dessus par hasard. Je commence par aller sur Google puis je clique sur les liens qui me paraissent intéressants.* » (Han, Garçon, 14 ans, 3ème, Fr) L'identification des sources utilisées (noms des sites, catégories, sites personnels) ne fait pas l'objet d'une attention particulière chez les jeunes enquêtés : « *Parfois pas tout le temps je consulte des sites Internet mais en fait, je ne sais pas vraiment les noms.* » (Leia, Fille, 15 ans, 2nde, France)

Wikipedia

On notera peu de références à Wikipédia en ce qui concerne l'information scientifique (2 occurrences) : Luke L'évoque dans une perspective de recherches sur l'histoire des sciences, mais peu par rapport aux informations scientifiques « *Je fais plutôt des recherches en histoire et je ne saurais pas vivre sans Wikipédia Je sais que ce n'est pas une source fiable mais c'est quand même génial.* » (Luke, Garçon, 14 ans, 3ème , USA)

Réseaux sociaux

Les réseaux sociaux sont très peu utilisés pour suivre une actualité scientifique, ou dans des cas très spécifiques liés à un usage plus divertissant. Ainsi Boba mentionne s'intéresser aux sciences par le biais des classements « *Je regarde parfois les classements autour des faits scientifiques (top 10 of sciences facts) sur les réseaux sociaux* » (Boba, Garçon, 15 ans, 3ème, USA) tandis que Ackmena parle des posts qui mettent en avant les enquêtes « *Parfois je regarde des sondages ou des enquêtes autour des sciences, mais pas spécialement les fils d'actualité* » (Ackmena, Fille, 15 ans, 2nde, France). Il est intéressant de noter que les réseaux sociaux ne sont pas associés chez les jeunes enquêtés avec des pratiques d'informations, les jeunes enquêtés affirment « ne pas

trop utiliser les réseaux sociaux » (Luke) ou ne pas les utiliser pour suivre l'actualité. Les réseaux sociaux ne sont pas reliés à un contexte informationnel dans une pratique quotidienne. Après réflexion, dans un contexte particulier, Leia évoque Twitter, mais on peut se demander s'il ne s'agit pas plus d'une pratique induite que d'un réflexe d'information personnel « *Non je n'utilise pas les réseaux sociaux. (blanc) Ah ! Si ! J'ai un compte Twitter qu'on a fait pour l'école. Ah ben oui ! Tiens ! Je suis abonné à des trucs de science dessus, mais je ne le regarde pas tout le temps. » (Leia, Fille, 15 ans, 2^{nde}, France).* Les réseaux sociaux sont également peu utilisés pour les échanges ou les discussions. La mention de forums numériques de discussion autour des sciences est également absente. On peut noter cependant deux mentions de Snapchat chez Boba : « *J'utilise Snapchat mais pas pour des trucs scientifiques » (Boba, Garçon, 15 ans, 3^{ème}, USA)* alors que Lexi a une pratique plus raisonnée et efficiente du réseau Snapchat : « *J'utilise Snapchat. Je mets des filtres pour m'abonner aux « newstories » et si je vois quelque chose qui m'interpelle, je vais en ligne pour compléter ma recherche. » (Lexi, Fille, 15 ans, 3^{ème}, USA).* On notera également une certaine méfiance par rapport aux réseaux sociaux. Jango oppose les réseaux sociaux et le web : « *Non je n'ai pas de fil. Je ne suis pas trop confiant sur les réseaux sociaux. Je suis plus méfiant, c'est quand même plus vérifié sur Internet. » (Jango, Garçon, 15 ans, 3^{ème}, Suisse).*

Médias traditionnels

Nos jeunes enquêtés font parfois allusion aux pratiques d'informations par le biais des médias traditionnels, comme les revues (4 occurrences) ou la télévision (4 occurrences uniquement concernant des émissions françaises). Han par exemple est « *toujours abonné à Science et vie Junior* ». Ackmena et Jango parlent des émissions télévisées françaises de vulgarisation scientifique : « *En France, je regardais C'est pas sorcier un coup de temps en temps* » (Ackmena) « *J'ai regardé E=M6 à l'époque et puis C'est pas sorcier.* » (Jango) ou encore par le biais des médias de masse (3 occurrences, une seule mention de la radio) : « *Je lis des journaux en ligne, j'écoute aussi la radio* » (Ada, Fille, 14 ans, 3^{ème}, USA).

L'idée de s'informer par des dispositifs culturels comme de musées n'est évoqué que par Lexi : « *Je suis allée à Washington DC au Air space muséum et nous avons vu un film sur Einstein et il paraît un peu de la gravité.* » (Lexi, Fille, 15 ans, 3ème, USA).

Mais l'utilisation de produits culturels dits légitimes paraît également problématique : les journaux ou magazines généralistes pâtissent d'une image négative liée à l'actualité : Le fait que le Monde soit un journal d'actualité non spécialisé lui enlève une part de légitimité : « *Mais le Monde ce n'est pas spécifiquement de la science, ça parle aussi d'actualité* » (Luke, Garçon, 14 ans, 3ème, USA) ou « *Non ! le Monde c'est un magazine sur des sujets différents, pas forcément sur la science alors ce n'est pas sûr.* » (Ackmena, Fille, 15 ans, 2nde, France)

En résumé, l'information sur les sites Internet revêt une légitimité apparente aux yeux des jeunes enquêtés liée aux modes de communication utilisés, alors que paradoxalement, les pratiques dites traditionnelles semblent susciter la méfiance chez les jeunes enquêtés.

1.2 Evaluation et validation des sources

Les pratiques informationnelles de nos enquêtés dans le domaine de la vulgarisation scientifique témoignent de procédures de validation de l'information, mais sont parfois freinées par des obstacles épistémologiques.

Caractérisation des sources sur Internet

Lors des entretiens, nous avons été surprise par la caractérisation des sources. Les sites Internet notamment font l'objet d'une personnification: on retrouve souvent l'attribution « il dit (le site Internet) » ou « ils disent ». Interrogés sur ces mystérieux auteurs, les jeunes enquêtés sont capables de mettre une personnalité derrière le propos « ben les auteurs du site » (Ackmena) ou « les scientifiques » (Jango) sans pour autant s'intéresser à la biographie ou l'expertise des autorités derrière les sites web ou les vidéos. Confronté au corpus présélectionné qui a servi de base aux interviews, les jeunes enquêtés sont libres de consulter les sites dans l'ordre qu'ils veulent : « *J'ai donc regardé d'abord les sites que je connaissais, mais beaucoup sont des sites français alors je connais moins* » (Luke, Garçon, 14 ans, 3ème, USA). Le contexte culturel

français ou américain influence l'identification des sites. La question de la sélection ou de la validation des sources est souvent liée à une reconnaissance plutôt qu'à une démarche volontaire d'aller vers un type de source spécifique. *« Je ne regarde pas vraiment les sources »* (Lando, Garçon, 14 ans, 3ème, Australie). Il est à noter la spécificité de certains jeunes enquêtés. Luke, Han et Lando font partie d'un groupe autoproclamé d'intellectuels au sein de l'école ce sont des élèves très sérieux ayant un niveau scolaire très bon en science (moyenne en physique SVT et maths supérieure à 16). Pourtant, ceux-ci ne citent pas non plus de sources précises. *« Mais je n'ai pas vraiment de noms de sites en tête, je ne fais pas vraiment attention. »* (Han, Garçon, 14 ans, 3ème, Fr). *« Quand un sujet m'intéresse un peu plus, je vais faire des recherches sur Internet. Je n'utilise pas toujours les mêmes sites, des fois je vais sur des articles des médias comme 20 min, mais je en retiens pas les noms des sites »* (Jango, Garçon, 15 ans, 3ème, Suisse). Lexi est la seule répondante à faire la distinction entre le sujet, la thématique et l'approche scientifique de l'information : *« Ce sont tous des sites qui ont pour sujet la science, mais ce ne sont pas nécessairement des sites de science. »* (Lexi, Fille, 15 ans, 3ème, USA)

Procédures de validation de l'information :

L'effet de halo. Si le support d'information possède l'apparence d'un discours scientifique ou révèle un vocabulaire technique, le site fait l'objet d'une évaluation positive : *« Futura science (site 5) c'est un site de sciences D'ailleurs les termes scientifiques quand on appuie dessus, on a la définition et ça c'est super ! (Lien hypertexte) »* (Ada, Fille, 14 ans, 3ème, USA) ou *« Le dernier site (site 5) , il utilise des termes très techniques. Je n'ai pas tout compris. Ça a l'air sûr, car ils disent qu'ils ont fait des expériences. (Emma B Ackmena Fille 15 ans 2nde France).*

Le factuel : Les faits, les expériences, le concret revêt aux yeux des jeunes une validation de la crédibilité. *« Le 3eme (site 3) c'est la NASA C'est plus sûr comme site. Ils disent qu'ils ont fait plus d'expériences différentes, c'est plus sur les objets, c'est plus précis »* (Emma B Ackmena Fille 15 ans 2nde France) Même si le site ne fait qu'une simple référence à la NASA, la caution scientifique est bien présente. A l'inverse, les opinions, le témoignage seront sujet à caution. C'est l'opposition des sciences versus les opinions relevé par Bachelard dans l'Esprit scientifique que l'on retrouve dans les propos des jeunes. *« Pour le premier site (site 1), je trouve que celui qui a*

écrit le blog cherche à contredire les lois de la physique contre l'anti gravite avec des arguments parfois pertinents. Il peut expliquer ce qu'il pense mais il doit argumenter. » (Conan, Garçon, 15 ans, 2nde, USA) (Renaud Conan Garçon 15 ans 2nde USA) « Certains sont plutôt des opinions au lieu de donner des faits ils ne sont pas aussi fiables. Le CERN, c'est plus fiable que des documents sur les compagnies qui font des recherches ou sur la NASA. » (Ada, Fille, 14 ans, 3ème, USA). Et par extension, l'expertise même des scientifiques qui émettent une opinion seront sujettes à caution : « Sur Le Monde j'ai bien aimé, mais il cite beaucoup de personnes que je ne connais pas nécessairement donc je ne suis pas sûr » (Conan, Garçon, 15 ans, 2nde, USA) jusqu'à un discours contradictoire lié à un raisonnement inversé : « Le Monde, c'est des physiciens, des témoignages, c'est plus un journal, donc ce n'est pas forcément de la vraie science (Jango, Garçon, 15 ans, 3ème, Suisse)

Les obstacles Les sites sont truffés de pièges selon nos jeunes enquêtés. « Dans le contexte d'aujourd'hui, c'est super dur de retrouver des sources fiables à cause des fake news. » (Luke Garçon 14 ans 3eme USA). « Certains sites si on n'en fait pas une bonne analyse, ça peut être dangereux. » (Conan, Garçon 15 ans, 2nde, USA). Lando conscience des obstacles liés à l'hyperspécialisation ou le manque de connaissances préalables « Mais bon on ne peut jamais être sûr que c'est vrai (...) parce que des fois, juste, on ne sait pas. Et ce n'est pas facile de vérifier des informations quand c'est à un niveau [de connaissances] trop élevé. ». (Lando, Garçon, 14 ans, 3ème, Australie) Cette incertitude peut aller jusqu'à une véritable défiance ontologique. Jango dans un superbe argumentaire ne remet pas en question ses propres pratiques, mais s'inscrit dans un contexte à la limite du complotisme : « Moi j'ai pas envie de croire n'importe quoi. Je veux pas être comme les mecs là, les somnambules qui marchent comme des zombies et croient tout ce qu'on leur dit. » (Jango, Garçon, 15 ans, 3ème, Suisse)

Les informations scientifiques doivent être simples (compréhensibles) et donc vérifiables pour les jeunes eux-mêmes. Ainsi même si les sources ou les auteurs ne sont pas dans les heuristiques de reconnaissance, la notion de fiabilité et de validité revient souvent dans les discours des jeunes enquêtés.

1.3 L'Influence prédominante des images et de la narration

Les sciences revêtent au premier abord une impression de complexité pour les jeunes. Dans la mise en place d'une stratégie d'optimisation de l'effort, il nous semble également relever auprès de nos jeunes enquêtés l'importance du visuel dans la sélection des sources et des informations scientifiques.

Importance du visionnage sur Youtube

Les jeunes s'informent sur les sciences par les images fixes ou animées: au-delà d'Internet, les sources d'informations citées sont les chaînes télévisuelles généralistes (2 occurrences) : *«parfois je regarde les informations comme par exemple avec Thomas Pesquet qui était dans l'espace » (Ackmena, Fille, 15 ans, 2nd, France)*, quelques citations de documentaires scientifiques sur Netflix et des chaînes de science américaines (3 occurrences) , mais c'est surtout YouTube qui revient comme source d'information scientifique (9 occurrences sur 11). Lando revendique une pratique essentiellement liée à la vidéo *« Je regarde plutôt sur YouTube ou sur des chaînes de science, comme la NASA en français ou en anglais peu importe » (Nathan Lando, Garçon, 14 ans, 3^{ème}, Australie)* ou Boba : *« Ouais, mais souvent quand je veux savoir des choses en science, je regarde des vidéos sur YouTube » (Boba, Garçon, 15 ans, 3^{ème}, USA)*. Comme dans le cas de Google, la plateforme se substitue à la source et les jeunes enquêtés ne citent pas et ne catégorisent pas l'origine des vidéos. *« Souvent je regarde une vidéo sur YouTube et il y a d'autres vidéos sélectionnées, donc je regarde les autres. (Luke, Garçon, 14 ans, 3^{ème}, USA)*.

Crédibilité de surface et image

La narration et la scénarisation sont mises en avant, pour comprendre, pour sélectionner voire expertiser la source : *« Dans les vidéos, souvent ça explique bien avec des effets spéciaux, des simulations »*. (Leia, Fille, 15 ans, 2nd, France). Dans cette même perspective, la première approche validant d'un site web est liée au visuel : une mise en page claire, des images, des illustrations favorisent la compréhension ou tout du moins l'entrée dans le site web : *« Le premier site par exemple il est trop long on n'a pas envie de le lire, même s'il y a beaucoup d'images. »* (Ackmena, Fille, 15 ans, 2nd, France). La présence d'images que ce soit des photos, des schémas

ou des illustrations est un indice de validation important : *« J'ai regardé le titre et les images de début. »* » (Boba Garçon 15 ans 3ème USA)

La « crédibilité de surface » (Fogg & Marshall, 2001) liée au visuel et au design est donc largement intégrée dans les heuristiques de validation des jeunes interrogés. *« Tous les articles utilisent des images, mais parfois ça manque d'explication (comme le site 1) Le Monde n'a pas du tout d'images. Les images doivent être incorporées dans le texte. Le quatrième (site 4) , il a des photos, des vidéos, des schémas, ça c'est bien »* (Renaud Conan, Garçon, 15 ans, 2^{nde}, USA).

L'idée que les images ne peuvent pas mentir revient régulièrement dans les *« Je regarde d'abord les titres puis les images qui représentent des choses « réelles », comme ça ça nous aide à vérifier les informations. »* (Lando, Garçon, 14 ans, 3^{ème} , Australie) *« Je regarde ensuite la forme s'il y beaucoup de citations ou des vidéos démontrant les effets par exemple »* (Lexi, Fille, 15 ans, 3ème, USA) Une hiérarchie encore une fois s'impose dans les indices de crédibilités : Jango lui se méfie des images : *« Ca m'interpelle qu'il y ait juste une photo dans l'article, ça peut être un photomontage, un truc que tout le monde peut créer. C'est bizarre ! »* mais est plus confiant au niveau des vidéos : *« Une vidéo, c'est plus dur à truquer. Quand il y a des vidéos, on est plus sur des informations »*.

Les jeunes enquêtés sont très sensibles à la notion de mise en page, comme nous l'avons évoqué précédemment, mais nourrissent également des exigences de confirmation par rapport à des attentes : une mise en page peu agréable, un contenu décevant au niveau de la forme ou du fond, la présence de fautes d'orthographe vont influencer la capacité de validation et donc d'approfondissement. Luke s'insurge dès les premières secondes de la consultation du corpus : *« Nan ! mais Madame ! c'est quoi vos sites. Il y a plein de fautes »* (Luke, Garçon, 14 ans, 3ème , USA). Boba également affirmera utiliser les fautes d'orthographe comme un critère de validation. On notera donc l'importance des pratiques numériques au sein de l'environnement informationnel scientifique. Il s'agit dans un second temps de s'interroger sur les usages que peuvent avoir les informations scientifiques pour un jeune.

2. Des pratiques contrastées : entre scolaire et privé.

2.1 Les sciences, un concept scolaire

Lors des entretiens, nous avons choisi d'aborder l'intérêt pour les sciences en deux temps : « Est-ce que tu t'intéresses aux sciences en général ? » Puis « Est-ce que tu t'intéresses aux sciences en classe ? » Or il s'avère que dans une grande majorité, la première question induit des réponses relatives aux matières scientifiques étudiées en cours : la physique, (4 occurrences) la SVT (8 occurrences), voire les mathématiques (3 occurrences). (*Annexe 1*)

Réalités des connaissances scientifiques

Le mot « sciences » recouvre des réalités différentes pour les jeunes. Sont ainsi évoqués les neurosciences (« *le cerveau la façon dont on peut penser dont on oublie* » (Ada, Fille, 14 ans, 3^{ème}, USA), l'astronomie : « *Je ne sais pas si cela a un rapport avec les sciences, mais l'astronomie* » (Ada, Fille, 14 ans, 3^{ème}, USA), la « médecine » (Lexi Fille 15 ans 3^{ème} USA). les « animaux », ou « le rajeunissement transhumaniste » (Han, Garçon, 14 ans, 3^{ème}, Fr). Parler des sciences peut se révéler problématique pour un adolescent, qui citera pêle mêle, domaines de recherche, matières scolaires, ou thématiques futuristes. Certains jeunes enquêtés parlent également des mathématiques comme la « science » absolue « *Et les maths j'aime vraiment car c'est une matière logique. On ne peut pas essayer de les changer, les mathématiques cela a toujours existé et ça existera toujours C'est la base de beaucoup de choses.* » (Leia Fille 15 ans 2^{nde} USA). Un autre choisit de parler de sciences « *immatérielles* » Jango et Lexi nous dit qu'elle n'est pas trop intéressée par « *Ces sciences là* » (Lexi, Fille, 15 ans, 3^{ème}, USA)

Le choix de travailler sur un corpus autour de l'anti gravité a permis de révéler les éléments qui relèvent d'une « connaissance liquide », d'une vague familiarité avec la notion et de ce qui relève d'un véritable savoir scientifique. Ainsi la majorité des jeunes enquêtés ont été capable d'identifier la thématique commune aux différents sites et en « avait déjà entendu parler » avec parfois une maîtrise impressionnante : « *Ces sites parlent tous de l'espace et plus*

spécifiquement de la gravité artificielle. Ils essaient de faire la preuve que l'anti gravité est un phénomène possible. Ils reviennent sur la loi de Newton et son application dans le domaine de la conquête spatiale et des fusées. Cela parle aussi des effets de la gravité sur le cerveau. » (Han, Garçon, 14 ans, 3^{ème}, Fr) D'autres sont plus flous dans leurs explications ou ne prennent pas en compte les dimensions scientifiques : La notion d'expertise personnelle, la maîtrise du sujet conditionne un travail de réflexion critique, alors que lorsque le répondant semble avoir du mal à comprendre le sujet ou la thématique, il reste en surface. *« Je ne regarde pas beaucoup de documentaires scientifiques parce que c'est long et compliqué. »* (Jango, Garçon, 15 ans, 3^{ème}, Suisse) Ackmena, peu sûre de son bagage scientifique, met l'accent sur le vocabulaire *« Le dernier site (site 5), il utilise des termes très techniques. Je n'ai pas tout compris. »* (Ackmena, Fille, 15 ans, 2^{nde}, France). Une majorité des jeunes enquêtés relève le terme d'antimatière (9 occurrences sur 11) sans avoir spécialement de connaissances sur le thème. *« Ils parlent en particulier de la gravité et de l'anti gravité Et aussi de la matière et de l'antimatière, parce que c'est ça qui détermine la gravité. »* (Ackmena, Fille, 15 ans, 2^{nde}, France) De la même façon, la NASA ou le CERN sont cités comme des organismes scientifiques importants sans qu'on sache en définir les missions.

Rôle des professeurs dans les pratiques d'information scientifique.

Sur les pratiques autour de l'actualité scientifique même, le contexte scolaire joue un rôle important : Boba affirme *« s'informer en classe, car le professeur de SVT parle des fois de la science d'aujourd'hui »* et Conan *« lit les manuels scolaires »* L'actualité scientifique ne semble pas faire partie des pratiques scolaires : *« On devrait plus parler des découvertes scientifiques en cours »* (Jango, Garçon, 15 ans, 3^{ème}, Suisse). Interrogés sur le corpus de documents autour des recherches sur l'anti gravité, les contextualisations sont souvent en lien avec le contexte scolaire. *« Ah si ! On avait un peu parlé de la gravité en physique. »* (Kyle, Garçon, 15 ans, 2^{nde}, France) *« On a étudié la gravité en physique en seconde. Je me disais qu'on pouvait créer de l'anti gravité, mais je ne pensais pas que ça pouvait exister en vrai au naturel. »* (Leia, Fille, 15 ans, 2^{nde}, France)

Une logique utilitariste

Les démarches volontaires d'informations sont souvent liées à un besoin scolaire exprimé en termes d'approfondissement. Les informations scientifiques ont un usage immédiat. Les jeunes disent chercher des termes étudiés en classe. « *Cette année, on a fait un approfondissement plus historique. On sait comment ça marche en détail. On fait des recherches et c'était bien intéressant.* » (Lando, Garçon, 14 ans, 3^{ème}, Australie). Ces démarches volontaristes s'accompagnent d'un protocole scolaire. Les jeunes utilisent les sources données par les professeurs sous forme de bibliographies ou de sitographies. « *On est obligé d'utiliser les sites donnés par le prof, mais des fois c'est plus simple de chercher ailleurs.* » (Lando, Garçon, 14 ans, 3^{ème}, Australie).

2.2 Des usages familiaux et personnels

Les pratiques informationnelles autour des sciences révèlent des aspects étonnants : la dimension socialisante entre pairs est quasi inexistante. Les jeunes enquêtés n'expriment pas ou très d'utilisations des médias sociaux pour des thématiques autour des sciences, et la science n'est pas un sujet de conversation chez les jeunes. Il ne s'agirait pas seulement d'un manque d'intérêt, mais aussi des difficultés inhérentes aux différents sujets.

Expressions prudentes du savoir scientifique

Les sciences font l'objet d'une certaine prudence de la part des jeunes enquêtés. « *L'astronomie, c'est des sciences ?* » « *Je ne suis pas bien sûr ?* » (Ada). On peut voir s'inscrire dans ces pratiques un certain type d'autocensure liée à une crainte de l'erreur : on a « *peur de dire de bêtises* » (Ackmena, Fille, 15 ans, 2^{nde}, France) et on préfère s'abstenir (*Déficit Information Model*). Ces modalités vont avoir également des répercussions sur l'usage social de la culture scientifique.

Manque d'utilité conversationnelle des sujets scientifiques

Les jeunes enquêtés semblent montrer un intérêt certain pour les sciences, mais de façon intime et personnelle. « *Avec mes copains, on ne parle pas trop de science. Souvent, ça ne les intéresse pas, mais s'ils m'en parlaient, oui, j'aimerais bien discuter de ça.* » (Leia, Fille, 15 ans,

2nde, France). Les sciences apparaissent comme un jardin secret. « *Je ne discute pas beaucoup de ses sujets là avec mes copains. Je regarde beaucoup de choses sur Internet, mais je n'en parle pas vraiment.* » (Luke Garçon, 14 ans, 3eme, USA). Ainsi les informations d'actualité scientifique (*news*) sont également peu évoqué dans le discours des jeunes. On mentionnera par exemple la couverture médiatique de Thomas Pesquet (Ackmena, Fille, 15 ans, 2nde, France) mais sans en faire l'objet d'une discussion entre pairs.

L'absence de maîtrise du sujet apparait comme un obstacle à la discussion plutôt qu'une opportunité d'apprentissage. Ackmena avoue qu'un manque de connaissances sera un obstacle à une conversation : « *Peut-être que j'en discuterais, mais ce n'est pas forcément ce qui m'intéresse le plus : le spatial ou la relativité, ce n'est pas ce que je préfère ! Et puis je ne comprends pas tout ! (rires) Mais bon s'il y a un buzz ou un truc comme ça peut être que j'en parlerais avec les autres.* » (Ackmena, Fille, 15 ans, 2nde, France). Et Conan abonde dans le même sens : « *Après avoir lu des sites par exemple, si la conversation se tourne vers ce sujet. Si je me renseigne et que je connais plus de trucs sur le sujet, potentiellement je crois que j'en parlerais plus avec mes amis.* » (Conan, Garçon, 15 ans, 2nde, USA). Si les sciences ne sont pas un sujet de conversation, le *fact checking*¹⁹ scientifique ou la réalité des découvertes scientifiques peut parfois être à l'origine d'une discussion entre pairs : « *(J'en discuterais) parfois pour savoir si c'est vrai ou pas. On parle parfois des films avec les copains pour savoir ce qui est des trucages par Photoshop et ce qui est réel.* » (Lando, Garçon, 14 ans, 3^{ème}, Australie).

Les sciences au sein de la sphère familiale

A la discussion « entre copains », on préférera une pratique plus intime : la dimension sociale des sciences s'inscrit plutôt dans une filiation, un lien certain avec l'environnement familial. Les jeunes enquêtés ayant des parents reliés au milieu scientifique (dans le médical, le milieu pharmaceutique ou l'ingénierie) se déclarent plus facilement enclins à discuter avec eux sur des sujets d'actualité scientifique ou dans la famille proche. La science apparait comme un sujet que l'on peut évoquer lors de discussions familiales : « *Je pense que je pourrais en parler*

¹⁹ Fact checking: procédé de vérification des faits et l'exactitude des chiffres présentés, ainsi que le niveau d'objectivité dans le traitement de l'information.

avec mon père, le soir en mangeant. Il aime bien discuter de science. » (Leia Fille, 15 ans, 2^{nde}, France) *« Je parle aussi avec mon tonton qui travaille dans les molécules, ou je m'intéresse à la reconstruction artificielle. »* (Jango, Garçon, 15 ans, 3^{ème}, Suisse). Jango évoque également ces discussions avec sa mère, mais dans un cadre un peu différent : il fait preuve d'une attitude de défiance par rapport aux sciences « académiques » et trouve un contexte personnel propice à interrogation : *« Avec ma mère, on discute souvent du paranormal, des sciences immatérielles. On ne peut pas tout expliquer par la science. »* (Jango, Garçon, 15 ans, 3^{ème}, Suisse). Dans un contexte familial peu lié à la science, ces discussions se restreignent : *« Mes parents ne parlent pas de science. »* (Conan, Garçon, 15 ans, 2^{nde}, USA).

Motivations personnelles et plaisir

Certains jeunes enquêtés avouent également des motivations pragmatiques et utilitaires. Les démarches volontaires seront par exemple liées à la poursuite d'un projet professionnel comme Lexi qui souhaiterait devenir chirurgien *« Je vais aussi sur des sites comme Doctor digest ou des newsletter comme Mailclinic. »* (Lexi, Fille, 15 ans, 3^{ème}, USA) ou Ada qui s'intéresse à la biologie animale.

La recherche d'informations fortuite semble une pratique valorisée auprès des jeunes. Luke, de son propre aveu peu intéressé par les sciences, est sensible à cette idée de promenade initiatique. *« Souvent je regarde une vidéo sur YouTube et il a d'autres vidéos sélectionnées donc je regarde les autres. Je me balade sur Internet et j'apprends des choses. »* (Francis Luke, Garçon, 14 ans, 3^{ème}, USA). Les jeunes enquêtés insistent sur le plaisir de la découverte et de la curiosité. Les motivations liées un désir personnel d'informations reviennent souvent dans les propos. *« Je regarde (des sites de science) quand je tombe dessus par hasard. Je commence par aller sur Google puis je clique sur les liens qui me paraissent intéressants. »* (Han, Garçon, 14 ans, 3^{ème}, Fr) *« Quand un sujet m'intéresse un peu plus, je vais faire des recherches sur Internet. »* (Jango, Garçon, 15 ans, 3^{ème}, Suisse). Cette notion d'« intérêt » personnel peut conditionner la mise en place de pratiques plus complexes. On se donnera les moyens si la notion de plaisir est présente : *« J'ai donc regardé d'abord les sites que je connaissais puis la mise en page si c'était super long à lire ou si ça faisait plaisir à lire. »* (Luke, Garçon 14 ans 3^{ème} USA).

La première chose que les élèves regardent « ce sont les titres pour voir si cela m'intéresse » : *Je regarde d'abord les titres pour voir s'il est « tape-à-l'œil », si on envie de le lire, si n'est pas seulement un titre du style « Un scientifique a découvert une théorie sur l'anti gravité ».* (Leia, Fille, 15 ans, 2^{nde}, France) La date ou le type de support ne sont pas forcément retenu comme des indices d'intérêts.

Les pratiques personnelles et informelles semblent prendre une place importante dans la recherche d'informations scientifiques par rapport aux recherches scolaires plus « dogmatiques », néanmoins les discours autour de ces pratiques montre une certaine prudence voire l'émergence de sentiments de méfiance.

3. Sciences et culture populaire

4.1 Influence de la fiction

On peut relever que les références aux sciences sont souvent en rapport avec la fiction, la culture populaire : Les jeunes enquêtés sont imprégnés de notions scientifiques sans parfois pouvoir en donner une explication ou approfondir. La question de la thématique du corpus suscite des interrogations chez les jeunes enquêtés : « *On souhaite créer une gravité artificielle comme dans les films Je ne sais pas si c'est possible C'est un peu fictif...* » (Ackmena, Fille, 15 ans, 2^{nde}, France) « *Je ne suis pas sûre, mais dans les films de sciences fiction quand tout le monde commence à flotter, c'est l'anti-gravité qui s'arrête ? Non ?* » (Ada, Fille, 14 ans, 3^{ème}, USA). Ackmena évoque le lien entre fiction et motivations de recherches volontaires « *Dans The Martian, on voit la gravité et l'anti gravité, les dangers sur le corps humain pour les organes et si on voit un film sur ça, ça nous fait réfléchir sur le sujet, par exemple et ça peut donner envie d'en savoir plus.* » (Ackmena, Fille, 15 ans, 2^{nde}, France)

Sur un sujet aussi complexe que l'anti gravité, il est normal de ne pas avoir de connaissances approfondies mais une connaissance de surface est bien présente. Luke, de son propre aveu peu spécialisé dans les sciences, avoue en avoir déjà « entendu parler » mais sans trop savoir situer un contexte précis : « *Je ne sais pas trop, à la télé, peut-être.* » « *Dans tous les*

films avec des aventures spatiales. Ils sont coincés là, dans des vaisseaux ou des stations et ils ont des problèmes avec ça (la gravité). » (Lando)

Les films

Ainsi à la question *A quoi ce thème te fait-il penser ?* On retrouve souvent spontanément l'évocation des fictions, notamment les films comme *The Martian* (Seul sur mars) de Riley Scott (2015) (7 occurrences), *Gravity* de Alfonso Cuarón (2014) (5 occurrences), ou encore *The Passengers* de Morten Tyldum (2016) (4 occurrences). Il est à signaler qu'il s'agit de films contemporains (moins de deux ans) et s'inscrivant dans la lignée des blockbusters (film à grande audience). On trouve quelques références à des films plus anciens qui s'inscrivent dans la tradition des « films sur l'espace » ou space opera: *2001 Odyssée de l'espace* de Stanley Kubrick (1968), *Alien* de Ridley Scott (1979), *Starwars* de Georges Lucas (1977). On peut noter des références à des séries télévisées comme *Star Trek* (1996), des dessins animés de vulgarisation scientifique de la chaîne *Nikolédon* ou la série humoristique *Family guy* (1999).

Jango évoquera un film basé sur les livres de Dan Brown. « *Il y a un film avec Tom Hank là, ces films policiers (Anges et Démons) Je crois qu'ils en parlent un peu là-dedans.* » (Jango, Garçon, 15 ans, 3^{ème}, Suisse).

La littérature

La culture littéraire ne semble pas avoir une grande part dans l'élaboration de cette culture scientifique ambiante. On parlera vaguement de livres de science-fiction (Ackemena). Luke fera une référence avec beaucoup de fierté et d'humour à la bande dessinée en se référant à « *la scène géniale avec le capitaine Haddock dans Tintin.* » (Hergé, *On a marché sur la lune*, 1954)

Le fait divers

L'anecdote liée à un événement marquant est mentionné par deux jeunes enquêtés Boba et Jango. Ils font des références au vol parabolique (sans le nommer) qui consiste à simuler la création d'une microgravité gravité dans un « avion supersonique : « The vomit comet » (Jango). Cette pratique est évoquée par les jeunes enquêtés qui disent l'avoir vu sur des « *vidéos sur le web* » (Boba) ou dans les making of des films (Jango).

4.2 CSI effect

L'idée que la fiction donne parfois une image faussée de la science est également présente. Lando a conscience de la différence entre fiction et découverte scientifique et en fait le reproche : *« Dans tous les films avec des aventures spatiales. Ils sont coincés là, dans des vaisseaux ou des stations et ils ont des problèmes avec ça (la gravité). Dans les films, je trouve qu'ils essaient de faire de la science-fiction : ils vont trop loin avec les trucs du futur comme les téléportations, les extraterrestres... comme dans The Martian ou Gravity. On en sait plus ce qu'on peut vraiment faire en science. Tout peut se passer dans un film de deux heures : on découvre des extraterrestres, on leur parle, on est sauvé. Tout est en accéléré. Pour les découvertes scientifiques, ça marche (dans les films) mais on n'en voit pas ce qui se passe derrière, si on a découvert ça en vrai. »* (Lando, Garçon, 14 ans, 3^{ème} , Australie)

Lexi y relève les « erreurs scientifiques » : *« The Martian dans le vaisseau, l'astronaute fait de l'exercice alors qu'il existe un gravite artificielle dans le vaisseau . Pour moi c'est une erreur scientifique. »* (Lexi, Fille, 15 ans, 3^{ème} , USA)

La fiction apparaît comme un moyen de vulgarisation, une porte d'entrée sur mais nécessite une approche critique voire un approfondissement des connaissances.

4.3 Des représentations fantasmées de la science

Pour les jeunes enquêtés, les découvertes scientifiques permettent de *« comprendre ce qui se passe dans le monde aujourd'hui. »* (Luke, Garçon, 14 ans, 3^{ème} , USA) *« Réfléchir et essayer de comprendre On a besoin des sciences .»* (Ackmena, Fille, 15 ans, 2^{nde} , France) La science a encore pour certains une image d'universalité et de clef du monde : la science se veut métaphysique et est censée être détentrice des réponses. Leia véhicule l'idée d'une science savante qui permet de comprendre les origines de l'humanité : *« Je pense que c'est important de suivre l'actualité sur les sciences. Ça parle d'où on vient ? Comment on a été créé ? Ça permet de connaître nos origines et peut être notre futur. Pour moi c'est une des matières primordiales, on devrait faire plus attention aux sciences. »* Et en même temps d'un langage immuable pour comprendre le monde *« Et les maths j'aime vraiment car c'est une matière logique. On ne peut*

pas essayer de les changer, les mathématiques cela a toujours existé et ça existera toujours C'est la base de beaucoup de choses » (Leia, Fille, 15 ans, 2^{nde}, France). Cette vision s'inscrit dans un système culturel de valeurs et de représentation qui donne un aspect métaphysique à la science : *«M'enfin, il y a quelqu'un qui a reçu une pomme sur la tête et il s'est posé des questions On voit, mais on ne se pose pas toujours les bonnes questions. Pourquoi cette pomme tombe ? Est-ce qu'elle est attirée par le sol ou par le centre Qu'est-ce qui est réel et irréel ? »* (Jango, Garçon, 15 ans, 3^{ème}, Suisse).

A côté de cette vision idéale et rêveuse de la science, du côté lumineux, on va retrouver chez les jeunes enquêtés une idée d'incomplétude qui conduira à un sentiment de frustration. Il existe une disparité entre l'intérêt exprimé des jeunes en la nécessité d'une culture scientifique et citoyenne et leurs pratiques réelles, telles qu'ils et elles les rapportent (intérêt observé). « Ce sont de sujets intéressants » « c'est important » dit Leia « *Oui c'est important de suivre les sciences car les sciences c'est notre futur. Grâce aux sciences, on évolue C'est en faisant des découvertes des expériences que le monde avance. Ce n'est pas forcément à la portée de tout le monde, donc je pense que c'est important de s'informer.* » (Ackmena).

Plutôt que de se confronter aux sciences, les jeunes préféreront minimiser la motivation citoyenne pour recentrer le débat sur les motivations personnelles. « *Je sais que c'est important, mais bon des fois, je comprends pas tout* » (Lando, Garçon, 14 ans, 3^{ème}, Australie).

Ces interrogations conduisent chez Jango à l'idée d'une science pervertie, corrompue, manipulée : il est celui qui apparaît dans son discours comme le plus sceptique par rapport à la légitimité, la crédibilité des informations scientifiques : « *Les sciences peuvent voir un bout de la réponse, mais la science doit être comblée par un autre type de technologie comme les choses non concrètes ou les sciences extraterrestres* » (Jango, Garçon, 15 ans, 3^{ème}, Suisse).) et en même temps comme celui qui essaiera d'analyser cette méfiance : Il note deux niveaux de doute : de la part des scientifiques avec l'idée d'un « biais de l'information » «*Peut-être que les scientifiques savent des choses mais ils le disent pas, ils les gardent pour eux.*» et d'un autre côté, il exprime l'idée d'une manipulation économique ou idéologique de la part des « gouvernements » « *Travailler dans les sciences, ça demande trop de travail. C'est surtout compléter des papiers,*

trouver des financements et si ça plaît pas au gouvernement, on te met des bâtons dans les roues. C'est trop compliqué » (Jango, Garçon, 15 ans, 3^{ème}, Suisse)

Pour résumer les principales conclusions de notre travail autour des pratiques informationnelles en science, il apparaît que :

- L'accès à l'information scientifique se fait majoritairement en ligne avec un déplacement de la crédibilité par rapport aux médias traditionnels. L'importance de la vidéo et des images dans les critères d'évaluation est également à noter.
- Les recherches volontaires d'informations scientifiques sont ciblées autour de deux pôles : le contexte scolaire et la sphère familiale. Les échanges entre pairs autour des sciences sont très peu évoqués et l'usage social est minoritaire.
- L'exposition à l'information scientifique se fait également de façon fortuite par le biais de la fiction et entraîne des perceptions biaisées des sciences.

A partir de ces constats, il nous semble pertinent de confronter ces résultats aux recherches précédemment évoquées dans la revue de littérature afin mettre en perspective les analyses et d'en comprendre les limites.

IV. Discussion

L'objectif de notre étude consistait à déterminer la place de la culture scientifique et technique dans la construction des trajectoires culturelles des adolescents. Pour répondre à cette question, qui présente un enjeu sociétal et éducationnel, nous nous sommes intéressés à leurs pratiques de consommation d'informations scientifiques afin d'observer si les usages de ces pratiques faisaient de la science une composante de la culture jeune.

Il ne s'agit pas de tirer des conclusions générales car les jeunes apparaissent comme un public hétérogène, mais de sélectionner quelques singularités en fonction de variables adaptées : l'intérêt exprimé pour les sciences, le degré d'implication scolaire et personnel et les contextes d'influence et d'appropriation de l'information scientifique.

1. Les sciences et la culture jeune.

1.1 Déplacement des sources d'informations en science et crédibilité de surface : le vernis scientifique

Crédibilité du web

Les conclusions de notre étude nous poussent à reconnaître l'existence d'un monopole informationnel en science par le biais d'Internet. Par une inversion de rapports, les pratiques « légitimes » du public adolescent s'inscrivent dans les supports numériques et l'usage d'internet fait baisser la crédibilité des médias traditionnels (« main press ») et donne une image moins favorable de la science. (Takashi & Tandoc, 2016) Les médias traditionnels seront ainsi assimilés à une information de surface, à une actualité scientifique dans le sens *d'info-news* lié à un schéma de communication plutôt que de connaissances. Cela correspond aux résultats sur les pratiques informationnelles des adolescents de Metzger & Flanagin, qui définissent l'Internet comme la source principale d'information, notamment pour les recherches scolaires (Metzger &

Flanagin, 2013). On retrouve donc cette tendance en ce qui concerne les recherches des informations scientifiques.

A propos de cette pratique de l'Internet, notamment du web, il faut néanmoins noter que la crédibilité présumée (Fogg & Marshall, 2001) basée sur les autorités et la notoriété des auteurs (réputation heuristique (Metzger & Flanagin, 2013), ne prend pas beaucoup d'importance dans les discours des jeunes enquêtés. Le nom de l'auteur difficile à appréhender au premier abord et souvent inconnu ne paraît pas comme un critère déterminant. Par contre, nous avons relevé que l'autorité institutionnelle liée à l'identification du média (ex : *Le Monde*) ou de l'institution (*CERN*, *NASA*) est un indice important lors du processus de validation de la source. De la même façon, la validation par prescription (relais d'information) n'est pas une méthode utilisée par le jeune public (Metzger & Flanagin, 2013).

La validation de la crédibilité des sources revient régulièrement dans les discours des jeunes enquêtés, mais cette validation reste plus un marchandage intellectuel, un protocole de *fact checking* avec des indices de surface (la présence de noms connus : NASA CERN, l'identification du support...). L'utilisation systématique de Google comme portail d'accès implique également des limites de validation liées à l'ordre d'apparition des sources à l'intérieur du classement du moteur de recherche. (Fogg & Marshall, 2001) (Metzger & Flanagin, 2013).

La crédibilité de surface prend une importance capitale : l'information scientifique se doit de posséder un vernis scientifique : un vocabulaire, des schémas, des illustrations voire des vidéos, la forme d'un discours scientifique. Les informations chiffrées ne sont plus forcément identifiées comme des indices de caution scientifique, de moins ils ne sont plus perçus comme un indice de haute autorité, contrairement aux conclusions de Claessens (2009) autour de la dictature du chiffre. Par contre, la présence d'un vocabulaire technique et d'un vocabulaire spécifique (Antimatière, trous noirs) abondent dans le sens d'une information scientifique de qualité. Cette « crédibilité de surface » liée à des indices formels conduit souvent au biais de qui souvent peut induire en erreur : Bronner (2013) avance que c'est souvent les discours les moins scientifiques qui se cachent derrière les oripeaux de la démonstration rationnelle (*le mille-feuille argumentatif*.) (Bronner, 2013)

Un des constats surprenant de notre enquête est celui lié à la pratique des réseaux sociaux : le spectre des réseaux sociaux, espace de science sauvage et dangereux, semble plutôt inoffensif. Les réseaux sociaux ne sont pas ou peu utilisés pour s'informer en science, même dans le cas des pratiques accidentelles ou intentionnelles.

Par contre, on notera l'importance au sein des pratiques numériques de la plateforme vidéo You tube. Si contrairement aux études de Takashi & Tandoc (2016), Wikipédia est très peu citée dans les pratiques informationnelles liées à la science, il semble que la vocation encyclopédiste soit reprise par le biais des vidéos YouTube. Le support vidéo est plébiscité par les adolescents dans la perception des phénomènes complexes : l'image animée opère une validation par la *preuve*. Youtube, contrairement à la télévision, offre la possibilité de générer du contenu viral et interactif. Il nous semble que Youtube est un véritable tournant pour la vulgarisation scientifique car ce nouveau canal de diffusion démocratise l'accès aux sciences. Tania Louis, créatrice et animatrice de la chaîne Biologie Tout Compris, « *pense qu'il y a une raison majeure au « boom » des Youtubeurs scientifiques : quand on a envie de partager la science, les vidéos sont un moyen qu'on peut employer seul chez soi, sans structure de soutien et sans financement (au moins au début)*. (Valentine, 2016) Youtube instaure de nouveaux rapports horizontaux avec le public et s'introduit dans la niche vacante de la vulgarisation pour les jeunes, remplaçant les émissions de télévision de vulgarisation ayant connu un succès certain en France dans les années 2000 (c'est pas sorcier, E=M6)

La communication visuelle tient une part importante dans les pratiques d'information des jeunes, elle influence la crédibilité des sources, notamment sur le web et change les pratiques d'évaluation et les critères liés à la fiabilité et la pertinence. Les conditions d'accès à l'information scientifique ont donc subi un certain nombre de glissements : des supports traditionnels au numérique, de l'écrit à l'image animée, remettant en cause une validation linéaire de l'information.

Validation inversée de l'information

Les sources ne sont donc pas toujours un critère déterminant dans la sélection et la validation des sites internet. François-Bernard Huyghe (Huyghe, 2006) relève que « l'ensemble

des procédés de validation d'une information ont totalement migré de l'amont à l'aval ». La validation des informations est désormais dévolue entièrement aux lecteurs en fonction d'indices ou d'heuristiques plus ou moins logiques.

Notre recherche s'est basée sur les travaux de Metzger & Flanagin,(2013) sur les heuristiques de validation et sur ceux de Fogg & Marshall (2001) sur la *web credibility*. Les pratiques de validation de l'information ne peuvent plus se résumer à la question de la question de l'autorité et de la fiabilité. Elles font l'objet d'une prise d'indices pour bâtir un cadre de validation personnel et souvent intuitif (Tricot, 2011). Une fois l'objet documentaire sélectionné, il s'opère une sorte de reconnaissance, ce que Serres (2005) appelle le « *renversement du modèle de validation de l'information* », le document est prospecté, examiné de façon transversale et si l'information contenu paraît intéressante, certaines stratégies d'analyse vont se mettre en place : vérification du support, de la présence d'un auteur. Ce bouleversement des codes du référencement documentaire, qui n'est pas forcément inefficace, montre que les pratiques informationnelles des jeunes opèrent selon des modalités différentes par rapport à une démarche d'information traditionnelle. (les six étapes de la recherche documentaire de Carol Kuhlthau (2006)). L'accessibilité, le contenu et la présentation semble être les nouveaux indices de validation. On est donc bien dans une pratique qui correspond à la validation par la méthode des heuristiques de Metzger & Flanagin (2013) par opposition à une méthode de type analytique.

Les points d'entrée de la culture scientifique ont donc mutés suite au bouleversement du numérique et l'irruption d'une science publique, vulgarisée et accessible. Mais un accès facilité n'est pas suffisant pour donner le goût des sciences à un public jeune. Un certain nombre de représentations contextualise la culture scientifique et technologique.

1.2 L'imaginaire du geek

L'intérêt pour les sciences est bien présent chez les jeunes. Ils expriment des besoins diversifiés et font preuve d'une curiosité liée à leurs goûts personnels. Néanmoins, cet intérêt est à nuancer par rapport au certain nombre de préjugés, présent dans le public adolescent.

Une expertise liée au regard des autres.

La culture scientifique est fondamentalement liée à une image de bon élève. Un des principaux écueils au développement d'une culture scientifique se pose au niveau des connaissances préalables du bagage scientifique qui est souvent mis en relation avec les résultats scolaires. Les recherches autour des informations scientifiques apparaissent souvent en lien avec des demandes liées au cursus scolaire, ce que Takashi et Tandoc définissent comme les recherches cycliques (Takashi & Tandoc, 2016) et donc nécessitent une inscription dans un contexte de connaissances préalables.

Le *Déficit Information Model* (Ungar, 2000) est présent chez les adolescents qui semblent opérer une autocensure par rapport leurs pratiques personnelles en fonction de leur niveau scolaire ou de leur capacité de compréhension. On retrouve la schématisation binaire de Snow séparant une culture scientifique élitiste et une culture humaniste plus sensible. (Snow, 2001) Il est à noter que cette représentation est aussi bien présente chez les filles que chez les garçons. Si l'image du scientifique en blouse blanche est encore présent dans les esprits (Chemery & Laurent, 2010) (Tan, 2015), le modèle du « Geek » c'est-à-dire du « fort en science » est bien présent dans l'imaginaire adolescent, souvent d'ailleurs perçu comme perdu dans son univers intérieur et isolé socialement.

Sans sombrer dans la caricature, il semble en effet que les sciences n'ont pas une vocation socialisante au sein de la culture jeune. Les recherches temporelles liées à l'actualité ne semblent pas tenir une grande place dans les pratiques personnelles des jeunes et le dialogue ne semble pas avoir une grande place dans les pratiques de motivation et de validation de l'information scientifique : la «crédulité gagnée » (Fogg & Marshall, 2001) basée sur la prescription semble absente des critères de recherches d'informations. La gratification sociale se retrouve dans une moindre mesure dans le contexte familial, sous réserve d'un cadre propice dépendant de valeurs de transmissions. Les pratiques relationnelles ne semblent donc pas avoir une grande influence sur la construction d'une culture scientifique, nous retrouvons en ce sens les travaux de Ungar qui met en relief l'absence d'utilité sociale de la CST chez les jeunes et donc sur leur motivation. (Ungar, 2000). Les questions scientifiques ne semblent pas faire partie de la « culture jeune » au sens social. L'information scientifique est à flux unique. Ainsi les usages d'investigation relèvent

plus de pratiques liée à une utilité personnelle plutôt que conversationnelle, la notion de plaisir (*Affective needs*) prenant le pas sur la sociabilité. Sylvie Octobre évoque l'importance de la technologie (évolution et appropriation des moyens de communication), mais note le glissement de valeurs qui s'opère : la culture jeune cherche à échapper aux enjeux sociaux et s'inscrire dans des pratiques de divertissement (Octobre, 2014).

Cette image du geek/ premier de la classe est également accompagné d'une attitude de protection par rapport aux enjeux que peut représenter la culture scientifique.

Le langage paradoxal de la science

La science réelle, complexe, donne mauvaise conscience aux jeunes. On note chez les adolescents une conscience citoyenne liée à la culture scientifique, ils perçoivent les enjeux sociaux liés à la science, mais en raison du coût cognitif et des connaissances préalables souvent nécessaires à la compréhension, ils ne se sentent pas à la hauteur. Ces peurs et ces angoisses conduisent à des comportements irrationnels de fuite et de doute dans une attitude de repli protecteur (Elias, 1998) allant parfois jusqu'à un certain type de « négationnisme scientifique ». Notre étude n'est pas assez précise pour identifier les catégories de novices et d'experts en science, mais il nous semble que la question de la manipulation de la science se retrouve aussi bien chez les « bons » en science dans une perspective critique au niveau des informations que chez les novices qui s'inscrivent dans un pseudo-syndrome de Galilée (Binet, 2002) et ont une vision très pointue des manipulations possibles au niveau des communications scientifiques. Ainsi le « *biais d'information* » des « marchands de doute » (Oreskes, 2012) visant à mettre sur le même plan faits scientifiques et informations manipulées engendre un mouvement contradictoire entre une volonté d'engagement solidaire et un besoin de distanciation. Ce décalage conduit à l'émergence d'un « syndrome de Stockholm scientifique » : les jeunes enquêtés ont conscience de l'importance sociale des progrès scientifiques, mais ne souhaitent pas être pris en otage par des recherches éloignées de leurs préoccupations personnelles.

Et pourtant... Ils aiment les sciences. Les jeunes sont intéressés par les sciences et font preuve de curiosité personnelle, souvent avec un niveau de connaissances plus qu'acceptable mais qui sera liée à des motivations toutes personnelles.

1.3 La science comme vision du monde: une mythologie personnelle

Le paradoxe du non-usage

Nous sommes confrontés au paradoxe du non usage. Les pratiques des jeunes s'inscrivent en négatif par rapport à des usages légitimes, ce qui aboutit au constat général sur le manque de motivation, d'intérêt des jeunes pour les sciences. Mais pourtant ils s'informent sur les sciences, simplement dans des pratiques qui relèveront plus d'une individualité et de détournements dans le sens du « butinage », du « bricolage » de Michel de Certeau. (Certeau, 1998). Ce « chaudron de culture » conduit à une vision oscillant entre matérialisme et idéalisme, entre engagement et distanciation, entre fascination et crainte. Il nous semble ainsi pertinent de parler « vagabondage scientifique » pour tenter de cerner les pratiques d'information des jeunes.

Si l'information scientifique ne semble pas s'inscrire dans des usages sociaux, la notion d'utilité affective (pour le plaisir) et cognitive (apprendre des choses) ressort des analyses de nos analyses. Cette intériorisation de l'information scientifique peut se heurter à des obstacles cognitifs et conduire à une minimisation des besoins d'informations et des pratiques de recherches volontaires. Comment alors peut se constituer une culture scientifique pertinente?

Un curriculum hybride

En effet, la culture scientifique existe chez les jeunes : elle est protéiforme, s'autonourrit. Nous pourrions convoquer l'image des mystérieux trous noirs présents dans l'imaginaire collectif. Elle relève d'une pratique personnelle liée au constat d'un « intérêt » individuel et complexe qui ne saurait se réduire à un modèle fixe, d'une pratique ludique (Jouet & Pasquier, 1999), où les adolescents sont capables d'atteindre des niveaux de complexité impressionnant s'ils y trouvent une motivation gratifiante. Pour reprendre l'expression de Barrère (2011), la formation scientifique des jeunes se base sur l'existence d'un curriculum alternatif, de « science buissonnière » largement influencé par l'univers fictionnel. Dans la continuité des travaux d'Ungar (2000) et de Brake & Weitkamp (2010), la culture scientifique apparaît comme un apprentissage non linéaire, un mélange de rationalité et de faits scientifiques et de « culture

populaire », ce que Serres (2014) définit comme la « deuxième raison », une mythologie scientifique hybride alimentée par les récits et les produits de fiction. Certains phénomènes scientifiques complexes comme l'anti gravité sont appréhendés par le biais de représentations visuelles liées à la fiction comme les films, les séries ou encore les bandes-dessinées. Pour rejoindre nos précédentes conclusions sur l'importance de l'image sur les supports d'information, l'image mentale tient une place importante dans la culture scientifique. Si les sources de la « connaissance » ne sont plus identifiées, on arrive à un savoir diffus, une culture « liquide ». Cette prédominance des inférences du monde de la fiction peuvent cependant avoir des impacts sur le jugement et les croyances comme le montre les travaux autour du *CSI effect*. (Cole, 2015), ou à travers la persistance des thèmes complotistes au sein des fictions liées à l'imaginaire scientifique. (Harambam & Aupers, 2015)

Dans ce contexte, comment passer d'une pensée holistique, d'une mythologie scientifique qui essaie de donner du sens et de la concordance à ce qui nous entoure à une pensée critique stratégique et rassurante ? Comment relier pratiques intimes et constructions d'un savoir non pas seulement scolaire mais également citoyen ?

En tenant compte des limites méthodologiques de nos recherches, nous nous attacherons ensuite à essayer de proposer des pistes d'exploration pédagogiques autour des pratiques informationnelles des jeunes pour permettre la constitution d'une culture scientifique critique.

2. Limites méthodologiques

On peut donc tirer plusieurs conclusions de cette étude : il est bien entendu que le choix de la méthode qualitative implique la mise en perspective de pratiques culturelles personnelles, parfois insolites et pour certaines inédites : la prédominance du numérique dans l'accès à la culture scientifique, l'importance des gratifications personnelles, ainsi que les enjeux moraux liés aux connaissances scientifiques sont autant de points qu'il convient d'analyser en relation avec les recherches évoquées dans la revue de littérature. Chaque étape de notre enquête a nécessité un certain nombre de choix, qui s'ils ont été faits dans un cadre d'acceptabilité contiennent intrinsèquement leurs propres limites.

Ainsi en lien avec le choix de la thématique du corpus (l'anti gravité), nous avons restreint l'échantillon au niveau de l'âge avec des élèves de 14-15 ans pour pouvoir aborder le sujet avec un certain nombre de connaissances scientifiques. Il est à noter également la particularité du public lié aux caractéristiques de l'établissement. Le public scolaire est de catégorie aisée voire très aisée, les questions des problèmes d'accès à l'information ne se posent donc pas dans ce contexte. D'un autre côté, certains élèves de niveau scolaire moyen qui auraient peut être suivi un cursus spécialisé sont scolarisés dans un cursus général. Le niveau scolaire n'a pas influencé la sélection des jeunes enquêtés : nous avons donc aussi bien des élèves d'un niveau élevé en science que d'autres plus moyens. La dimension scolaire des besoins d'informations scientifiques a été parfois évacuée rapidement par les jeunes enquêtés. S'il est vrai que notre recherche portait d'abord sur les pratiques informelles, nous nous sommes aperçus que cela entraînait un manque de contextualisation pour certains entretiens.

La position du chercheur a sans doute influencé les réponses des jeunes enquêtés. Nous avons noté une certaine fierté ou une demande d'approbation quand les élèves revenaient sur des notions que nous avons abordés en classe autour de la validation de l'information. On peut donc noter s'interroger sur la présence d'un certain biais de conformité, de désirabilité sociale : les jeunes enquêtés essayaient de donner les réponses qu'ils pensaient que nous souhaitions entendre.

On a pu noter à plusieurs reprises des difficultés liées aux préconceptions des jeunes enquêtés qui s'identifiaient inconsciemment à la catégorie des « scientifiques » ou des « littéraires » dans la plus grande tradition scolastique. Les jeunes enquêtés ont intégré cette dichotomie et en font un argument dans leurs entretiens. Si cela nous a permis de tirer des conclusions intéressantes pour nos travaux, cela conduisait parfois à des schématisations à outrance. Nous avons ainsi plusieurs fois resitué les enjeux de l'étude dans une perspective d'analyse anonyme et non pas en terme de niveau scolaire ou d'évaluation de connaissances.

La mise à disposition d'un corpus de sites n'a pas permis une analyse du mode de sélection qu'auraient opéré les élèves. La présélection des sources induisaient certainement déjà des comportements. Certains jeunes enquêtés n'ont pas osé remettre en cause certaines sources qui leur avaient été données ou ont été abusés par le biais de recommandation. Certains sites n'ont pas fait l'objet d'une validation approfondie et très peu de jeunes enquêtés ont noté les biais idéologiques. (Le site 1 à tendance complotiste, le site 4 Spoutnik, média d'information pro-russe)

En raison du contexte et de la durée des entretiens, la lecture du corpus s'est faite rapidement (5 minutes). Il s'agissait dans ce projet d'opérer une première approche de ce qui pouvait faire science dans l'esprit d'un adolescent. Il est bien évident qu'une analyse plus approfondie aurait permis d'affiner les conditions d'appropriation et de validation des informations scientifiques.

Des pistes de prolongements portant sur l'étape de sélection des sources ainsi que sur la question de l'intérêt pourraient permettre d'affiner nos recherches dans le futur.

3. Implications professionnelles et théoriques

Un des enseignements principaux de nos travaux est de mettre en relief les obstacles de la compréhension scientifique : nous avons en effet pu constater que les bouleversements au niveau de l'accès et de la communication scientifique n'impliquent pas systématiquement la constitution d'une culture scientifique. Il paraît donc important de donner aux élèves des stratégies, des scénarios pour favoriser une approche critique des informations scientifiques, d'un côté par l'intelligibilité et l'explication (histoires des sciences et analyse des discours scientifiques) de l'autre en incluant une dimension intersubjective en travaillant autour des concepts d'acceptation, d'empathie et d'éthique : un exemple concret est l'étude des controverses.

3.1 L'histoire des sciences et l'épistémologie

La culture scientifique, comme nous l'avons constaté, semble fortement liée au contexte familial, néanmoins à moins de renforcer une fracture éducative, l'école doit pouvoir fournir un environnement informationnel et un accès éducatif. Dans cette perspective, la mise en place de projets interdisciplinaires établissant des passerelles entre les humanités classiques et la culture scientifique nous paraît plus que bénéfique. Il ne s'agit pas non plus simplement de raconter une belle histoire de la science, mais de scénariser et d'articuler les différents discours sur la science telle que la démonstration scientifique mais aussi le récit des découvertes scientifiques, avec leur part d'ombres et d'incertitudes.

En effet, l'élaboration des « théories » scientifiques n'est pas un phénomène linéaire et édulcoré qu'on nous vend dans certains médias : le cheminement scientifique est souvent une représentation partielle et partielle. Les sciences sont souvent présentées comme des « sciences de jour » (d'après François Jacob (Lelu & Eastes, 2011) qui s'appréhendent parfaitement alors qu'en réalité, les découvertes scientifiques ne sont souvent que tâtonnements, doute, travail très long. Faire prendre conscience de ces tâtonnements et revirement à travers un récit qui n'est non plus

accès sur les codes du mythe ou du conte nous apparaît comme une étape nécessaire dans l'élaboration de la littérature scientifique (*scientific method*)

Ainsi des projets de recherche, de reconstruction du cheminement scientifique par une approche historique (l'histoire des découvertes liées à la théorie de la dérive des continents) en intégrant les théories alternatives qui ont été ébauchées puis retravaillées ou rejetées peuvent donner du sens à la compréhension des découvertes scientifiques. En travaillant avec prudence pour ne pas sombrer dans un relativisme ou un négationnisme scientifique, l'approche épistémologique et historique pendra tout son sens autour de sujets sensibles comme la théorie de l'évolution (Fortin, 2009) ou la rotondité de la terre. On voit le rôle que l'Education aux Médias peut jouer au sein de l'acquisition de ces compétences.

3.2 Education à l'imagerie scientifique

Le challenge suivant s'inscrit au niveau des connaissances scientifiques (*knowledge*) et des supports de connaissances. Le jeune public est curieux et à l'affût d'informations scientifiques, mais nous avons vu que cette information est parfois cherchée à l'économie, sous sa forme la plus simple et la plus efficace : une « post-information » qui aura subi un certain nombre de simplifications (biais de concision). L'appréhension de l'information scientifique s'inscrit donc dans le cadre plus large du décodage de l'information (« *débunkage* »). En amont d'un travail nécessaire sur les sources et les autorités, qui souvent d'ailleurs prennent la forme de prescriptions sitographiques de la part des enseignants, nos résultats ont mis en relief l'importance des représentations graphiques et vidéo. L'information scientifique est aujourd'hui assimilée aux schémas fixes ou animées, ou aux infographies. Au-delà de la simple analyse de documents, ces formes signifiantes ont des codes qu'il nous semble désormais nécessaire d'explicitier et d'analyser et qui pourrait faire l'objet de séances en EMI et science. La présence de YouTube comme média d'informations scientifique nous conduisent également à envisager la possibilité d'un travail d'analyse critique autour des phénomènes de création et de diffusion de ces vidéos. Un tel projet autour de cette plateforme réalisé par Helene Mulot (Mulot, 2016) nous paraît pertinent au niveau de la connaissance scientifique dans la mesure où il permettrait de

prendre conscience de la « fabrication » de l'information scientifique en vidéo, de ses forces mais aussi de ses limites intrinsèques. La question de l'auteur, du spécialiste et la distinction entre les sciences institutionnelles et les sciences profanes (journalisme scientifique citoyen) revient naturellement sur le devant de la scène et pourrait également faire l'objet d'une analyse approfondie : qui fait la science aujourd'hui ?

3.3 Un travail autour des controverses socio-scientifiques

Pour reprendre notre définition de la littératie scientifique et en intégrant les travaux de Morin (2011) et de Latour & Woolgar (2005), il nous semble que des projets de dialogue citoyen à l'intérieur des classes autour de sujets de type controverses socio scientifiques permettent de contextualiser un état de la science et une légitimation hiérarchique des points de vue au niveau de la sphère publique. Nous sommes revenue à plusieurs reprises sur la distinction à opérer entre deux types d'informations scientifiques : les faits scientifiques et les opinions sur les sciences. Nous nous sommes ainsi basée sur les travaux de Latour & Woolgar (2005), sociologues ayant étudié les conditions de la communication scientifique et l'importance des analyses des controverses. Il part en effet du constat que le fait scientifique qui conduira à un consensus ne peut être uniquement du côté des preuves, mais qu'il s'affirme également comme une construction sociale reprenant les codes sociaux et moraux en vigueur au moment de son élaboration. L'idée étant de parvenir à travailler sur ce qui est d'un côté scientifiquement valide et de l'autre socialement acceptable.

En tenant compte de tous ces paramètres, il nous semble intéressant d'inscrire notre démarche autour de trois axes principaux: la « Critique », la « Consommation », le « Conflit et sa résolution » pour reprendre la typologie de Divina Frau Meigs (2001) afin d'articuler la consommation d'information scientifique, l'élaboration d'un recul critique et la confrontation de ces informations avec nos propres représentations cognitives, mais également avec la prise en compte du contexte socio-culturel dans lequel la controverse s'inscrit. Suite aux travaux de

Latour et Woolgar, un travail d'investigation documentaire visant à réaliser un arbre des controverses est une expérience qui peut se transférer dans un contexte scolaire (niveau 3ème-lycée) et changer les perceptions des élèves autour du fait scientifique. (Albe & Gombert, 2010)

Les programmes scolaires en science ont parfois tendance à véhiculer une vision linéaire qui ne résonne pas toujours avec l'espace social actuel. La prise en compte de l'ouverture subjective, l'intériorisation de la tolérance (Morin, 2011) sont des axes de prolongement possibles pour la mise en place d'un véritable « esprit scientifique »

Conclusion :

L'image utilisée par un de nos enquêtés, Jango, au cours de cette étude, nous semble le parfait résumé de nos travaux. Pour le public adolescent, les sciences sont « somnambules ». Les jeunes rêvent d'un rapport simple et innocent aux sciences, magnifié par la fiction et la vulgarisation, mais souvent la confrontation à la dureté des « sciences éveillées », aux démonstrations scientifiques nécessitant connaissances, analyses et questionnements, impose un effort cognitif parfois trop élevé et engendre une forme de méfiance, de renoncement.

Oscillant entre ces deux attitudes extrêmes, il nous semble que les pratiques informationnelles autour des sciences, si elles s'inscrivent en creux par rapport à une tradition linéaire, conduisent au contraire à une trajectoire centripète, qui part du monde extérieur pour revenir se centrer sur les pratiques intimes et personnelles.

L'une des principales conclusions de cette étude est de mettre en exergue la création d'une mythologie scientifique personnelle chez les jeunes, où les vidéos YouTube font office de contes modernes, où Internet devient une place publique où tous les discours du plus spécialisé au plus orienté ont la possibilité de coexister. Se créer une culture scientifique n'est pas la norme pour les jeunes, les motivations sont complexes, les contextes d'influence sont diversifiés et les implications sociales sont toujours imprégnés de l'image du scientifique fou ou dans sa version pop du « geek ».

Pourtant, c'est cette diversité qui fait d'ailleurs la richesse de la société de la connaissance où les barrières tombent, où la culture devient non plus des savoirs figés, mais des actions porteuses de sens. Dans une perspective d'Education aux médias et à l'information, on peut voir les enjeux à l'œuvre afin de permettre de dépasser les clivages sociaux et personnels et accéder à une capacité critique d'analyse autour de l'information scientifique. La constitution d'un « l'esprit scientifique », pendant de l'esprit critique humaniste, est un axe de formation à développer auprès des jeunes et qui dépasse le simple cadre de la classe de sciences.

Annexe 1 : Éléments de précision autour de l'analyse des entretiens.

Thèmes	Nombre d'occurrences
SVT	8
Maths	3
Physique	4
Animaux/ biodiversité	8
ADN jeunesse	2
Univers astronomie	2
Médecine/ corps humain	3
Geologie	4
Actualité	2

Critères de validation des sources	Nombre d'occurrences
Autorité cognitive	2
Type de site	8
Design	5
Orthographe	3
Exemples/preuves	5
Clarté	3
Images/schémas/illustrations	7
Vocabulaire technique	4
Videos	5

Expositions accidentelles	
Films	8
Bd	2
Dessins animes series	3
Livres/ romans	1
Actualité	4
Anecdotes	4

Bibliographie

- Albe, V., & Gombert, M. J. (2010). Intégration scolaire d'une controverse socioscientifique contemporaine: savoirs et pratiques d'élèves pour appréhender les savoirs et pratiques de scientifiques. *Recherches en didactiques des sciences et des technologies*, 2, pp. 103-126.
- André, G. (2005). Place du questionnement scientifique dans la culture scientifique. *Résonnances*, 4-6. En ligne <http://www.andregiordan.com/articles/edscientifique/placeduquest.pdf>
- Arnold, G., & Huet, S. (2014). *Le journalisme scientifique dans les controverses*. CNRS éditions .
- Bachelard, G. (1998). *La formation de l'esprit scientifique*. Librairie philosophique Vrin.
- Barrère, A. (2011). *L'éducation buissonnière. Quand les adolescents se forment par eux-mêmes*. Armand Colin .
- Besnier, J.-M. E. (2010). *La Science en jeu*. Paris: Actes Sud/IHES.
- Binet, J.-R. (2002). Chapitre 2. Le syndrome de Galilée. Dans *Droit et progrès scientifique*. Presses Universitaires de France.
- Boubée, N. (2015). Pratiques d'information et expériences médiatiques de jeunes âgés de 15 à 20 ans, in Jeunes, médias, et diversités : Les pratiques de la diversité, de la production à la réception. *Jeunes, médias, et diversités : Les pratiques de la diversité, de la production à la réception*. Bruxelles.
- Bourdieu, P. (1970). *La Reproduction. Éléments pour une théorie du système d'enseignement*. Editions de Minuit.
- Brake, M. L., & Weitkamp, E. (2010). *Introducing Science communication*. New York: Palgrave Macmillan.
- Bronner, G. (2013). *La Démocratie des crédules*. Presses Universitaires de France.
- CAS, R. (2014). *Les jeunes et la science*. Institut de France: Académie des sciences.
- Certeau, M. (. (1998). *L'invention du quotidien: Arts de Faire* (Vol. 1). Folio Essais.
- Charmillot, M. D. (2007). Démarche compréhensive et méthodes qualitatives: clarifications épistémologiques. *Recherches qualitatives* .

- Chemery, L., & Laurent, B. (2010, septembre-octobre). L'image de la science et des scientifiques sur les sites Internet de vulgarisation scientifique. *Lettre de l'OCIM Musées Patrimoine et culture scientifique*, pp. 27-31.
- Chervin, J. (2003). Le traitement des thématiques scientifiques dans le journal télévisé de 1949 à 1995. Dans C. P. Leboeuf, *Communiquer l'information scientifique. Ethique du journalisme et stratégies des organisations* (pp. 189-212). L'Harmattan.
- Claessens, M. (2009). *Science et communication: pour le meilleur et pour le pire*. Versailles: Quae.
- Climat of fear. (2010, March 11). *Nature*, Vol 464 (Issue no. 7286).
- Cole, S. A. (2015). A surfeit of science: The CSI effect and the media appropriation of understanding science. *Public Understanding of Science*, 24(2), pp. 130-146.
- Colliot-Thélène, C. (2004). Expliquer/comprendre : relecture d'une controverse . *Espace temps*, 6-23.
- Cottier, P. (2003). De la qualité des émissions scientifiques : esthétique, divertissement et performativité. Dans C. Leboeuf, & N. Pelissier, *Communiquer l'information scientifique. Ethique du journalisme et stratégies des organisations*. L'Harmattan.
- De Vecchi, G. (2016). *Former l'esprit critique Pour une pensée libre*. ESF Editeur.
- Elias, R. (1998). *La société des individus*. Pocket.
- Etzscheld, O. (2014). Science 2.0: recherche et enseignement. *Information et communication à l'heure du numérique*. (V. (. Schaefer, Compileur) CNRS.
- Fogg, B., & Marshall, J. L. (2001). What Makes Web Sites Credible? *CHI*. En ligne <https://pdfs.semanticscholar.org/703a/88ae62b01a14a35b3d341d55afb39598c09d.pdf>
- Fortin, C. (2009). *L'évolution à l'école : Créationnisme contre darwinisme ?* Paris: Armand Colin.
- Gardette, H. (2016, oct 18). Comment enseigner le doute sans tomber dans le relativisme? *Du grain à Moudre*.
- Gardette, H. (2017, janv 06). CLUB: La "post-vérité" menace-t-elle la présidentielle ? (F. Culture, Éd.) *Du Grain à Moudre*.
- Gelmez Burakgazi, S., & Yildirim, A. (2014). Accessing Science Through Media: Uses and Gratifications Among Fourth and Fifth Graders for Science Learning. *Science Communication*, 36(2), pp. 168-193.

- Gerad, A., & Huet, S. (2014). *Le journalisme scientifique dans les controverses*. Paris: CNRS Editions.
- Golberg, B. (2003). *Bad science: a resource book*. Fourth Estate.
- Goussault, B. (2004). Du critique à l'interprétatif en sociologie. *Espace temps*, 120-131.
- Grisson, F. (2011). *Les sciences autrement*. Paris: Quae .
- Guenther, L., & Georg, R. (2016). Scientific evidence and mass media: Investigating the journalistic intention to represent scientific uncertainty. *Public Understanding of Science*, 25(8), pp. 927–943.
- Harambam, J., & Aupers, S. (2015). Contesting epistemic authority: Conspiracy theories on the boundaries of science. *Public Understanding of Science*, 24(4), pp. 466-480.
- Hatice, O., & Koksai, M. (2016, January). Middle school students scientific epistemological beliefs. *The On line journal of New Horizons in Education*, 6(1).
- Hendriks, F. K., & Bromme, R. (2016). Evoking vigilance: Would you (dis)trust a scientist who discusses ethical implications of research in a science blog? *Public Understanding of Science*, 25(8), pp. 992-1008.
- Huyghe, F.-B. (2006, 02). « Qu'est-ce que s'informer ? ». *La lettre de Sentinel*(32), 19. En ligne : http://www.huyghe.fr/dyndoc_actu/493a8e539a957.pdf
- IPSOS. (2013). *Science et vérité: Une enquête Ipsos/CGI pour la Recherche, Le Monde et le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche*.
- IPSOS. (2016). *Les Français et les sciences participatives: Une enquête Ipsos Sopra Steria pour La Recherche et le Monde*. IPSOS.
- Jacobi, D. (2005). Ce qu'il faut de culture (scientifique) pour lire un journal quotidien. Dans I. Paillart, *La publicisation de la science*. Presses Universitaires de Grenoble.
- Jaron, H., & Aupers, S. (2015). Contesting epistemic authority: Conspiracy theories on the boundaries of science. *Public Understanding of Science*, 24(4), pp. 466-488.
- Klein, E. (2016, Oct 01). Comment se porte la culture scientifique? (F. Culture, Éd.) *La conversation scientifique*.
- Klein, E. (2016, Janvier 16). Les jeunes aiment-ils la science?

- Latour, B., & Woolgar, S. (2005). *La vie de laboratoire. La production des faits scientifiques*. La Decouverte.
- Lecointre, G., Le Guyader, H., & Visset, D. (2006). *Classification phylogénétique du vivant*, (éd. 3e édition revue et augmentée, Vol. 1). Paris: Belin.
- Lejeune, C. (2014). *Manuel d'analyse qualitative : Analyser sans compter ni classer*. De Boeck.
- Lelu, B., & Eastes, R.-E. (2011). *Les scientifiques jouent-ils aux dèss?* Paris: Le cavalier bleu.
- Lelu, B., & Eastes, R.-E. (2011). *Les scientifiques jouent-ils aux dèss?* Paris: Le cavalier bleu.
- Metzger, M. J., & Flanagin, A. J. (2013). Credibility and trust of information in on line environnements: The use of cognitive heuristics. *Journals of Pragmatics*(59), pp. 210-220.
- Miège, B. (2005). L'espace public scientifique sociétal . Dans I. Paillart, *La publicisation de la science*. PUG.
- Morin, E. (2011). *Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur*. (UNESCO, Éd.) En ligne: <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001177/117740fo.pdf>
- Mulot, H. (2016). Comprendre pour créer, créer pour comprendre....mais encore ? : Youtube un exemple de pratique adolescente. *L'Odysee d'LN*. En ligne: <http://odyseedln.overblog.com/2016/06/youtube-jobtube.html>
- Nisbet, E. C., Cooper, K. E., & Ellithorpe, M. (2015). Ignorance or bias? Evaluating ideological and informational drivers of communication. *Public understanding of Science*, 24(3), pp. 285-301.
- OCDE. (2007). *PISA 2006: les compétences en science, un atout pour réussir vol 1* . OCDE.
- Octobre, S. (2014). *Deux pouces et des neurones*. Ministère de la Culture - DEPS.
- Olivesi, S. (2013). *Sciences de l'information et de la communication*. Presses Universitaires de Grenoble.
- Oreskes, N. C. (2012). *Les marchands de doute*. Paris: Le Pommier.
- Ozbay, H. E., & Koksall, M. S. (2016, 01). Middle school student's scientific epistemological beliefs. *The Online Journal of News Horizon in Education*, 6(1).
- Paillart, I. (2005). *La publicisation de la science : Exposer, communiquer, débattre, publier, vulgariser*. PUG.

- Paul, R. (1977). Expliquer et comprendre. Sur quelques connexions remarquables entre la théorie du texte, la théorie de l'action et la théorie de l'histoire. *Revue Philosophique de Louvain*, 126-147.
- PISA, O. (2013). *PISA 2015 Science Framework*.
- Schaefer, V. (2014). *Information et communication scientifique à l'heure du numérique*. (L. E. d'Hermès, Éd.) CNRS Editions.
- Schiele, B. (2005). Publiciser la science! Pour quoi faire? Dans I. Paillart, *La publicisation de la science*. PUG.
- Science-Presse, A. (2016). *Détecteur de rumeurs*. En ligne: <http://www.sciencepresse.qc.ca/detecteur-rumeurs>
- Segev, E., & J., S. A. (2010). Seeking science information on line: Data mining Google to better understand the roles of the media and the education system. *Public Understanding of Science*, 21(7), pp. 813-829.
- Segev, E., & J., S. A. (2016). Temporal pattern of scientific information seeking on Google and Wikipedia. *Public Understanding of Science*, pp. 1-17.
- Serres, A. (2005, 12). « Évaluation de l'information : le défi de la formation » . *Bulletin des Bibliothèques de France*, 50(6), 38-44.
- Serres, A. (2012). Un exemple de translittératie: l'évaluation de l'information sur Internet. *E-dossiers de l'audiovisuel*. En ligne <http://www.ina-expert.com/e-dossiers-de-l-audiovisuel/e-dossier-de-l-audiovisuel-l-education-aux-cultures-de-l-information.html>
- Seurat, A. (2014). *Écrire un mémoire en science de l'information et de la communication*. Presses Sorbonne Nouvelle.
- Shermer, M. (2017, janvier 01). How to Convince Someone When Facts Fail. *Scientific American*.
- Simonnot, B. (2006). *Le besoin d'information : principes et compétences*. Centre de recherche sur les médiations, Université Paul Verlaine, Metz. En ligne <http://thematic.hautetfort.com/media/00/00/1432126852.pdf>
- Snow, C. P. (2001). *The Two Cultures*. London : Cambridge University Press.

- Takashi, B., & Tandoc, E. C. (2016). Media sources, credibility and perceptions of science: Learning about how people learn about science. *Public Understanding of Science*, 25(6), pp. 674-690.
- Tan, A.-L. J. (2015). Spiderman and science : how student's perceptions of scientists are shaped by popular media . *Public Understanding of Science* , pp. 1-11.
- Tricot, A. (2011). Apprentissages et enseignement. *Mediadoc*, 2-6.
- Ungar, S. (2000). Knowledge, ignorance and the popular culture: climat change versus the ozone hole. *Public Understanding of Science*, 9, pp. 297-312.
- Valentine, D. (2016, 06 12). YouTube, un tournant pour la vulgarisation scientifique ? *Sciences de comptoirs*. En ligne <http://sciencedecomptoir.cafe-sciences.org/youtube-tournant-vulgarisation-scientifique/>
- Welbourne, D., & Will, G. (2016). Science communication on YouTube: Factors that affect channel and video popularity. *Public Understanding of Science*, 25(6), pp. 706 –718.
- Wolton, D. (2014). Abondance et gratuité: pour quoi faire? Jusqu'à ou? Dans V. Schaefer, *Information et communication scientifique à l'heure du numérique*.