



**HAL**  
open science

# La démarche scientifique pour enseigner l'esprit critique

Marine Ponthieu

► **To cite this version:**

Marine Ponthieu. La démarche scientifique pour enseigner l'esprit critique. Education. 2020. dumas-03170959

**HAL Id: dumas-03170959**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03170959>**

Submitted on 16 Mar 2021

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

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

## **Année universitaire 2019-2020**

**Diplôme Universitaire**

**Master *Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation***

***Mention Second degré***

***Parcours: Sciences physiques et chimiques***

# **La démarche scientifique pour enseigner l'esprit critique**

**Présenté par Marine Ponthieu**

**Écrit scientifique réflexif encadré par Pascale Baudin**

*« Le but de l'enseignement devrait être de fabriquer des emmerdeurs. »*

Albert Jacquard,

dans L'Équation du nénuphar, Calmann-Lévy, 1998

## **Remerciements**

Ce sont mes élèves que je souhaite remercier en premier lieu, puisqu'ils m'ont apporté la matière essentielle à ce mémoire.

Je remercie chaleureusement Pascale Baudin, une encadrante de mémoire tout terrain, dont la réactivité, la disponibilité et les conseils ont été un véritable soutien.

Je profite également de cet espace pour adresser mes remerciements à Jérôme Thomas, mon tuteur de stage, pour ses encouragements et ses conseils prodigués tout au long de l'année.

Enfin, je remercie Marie pour sa patience et son écoute inconditionnelles.

# Sommaire

<b>1 Introduction.....</b>	<b>3</b>
<b>2 État de l'art.....</b>	<b>4</b>
2.1 Massification de l'information et dérives médiatiques.....	4
2.1.1 Croyance et connaissance sur le marché de l'information.....	4
2.1.2 Sciences et pseudo-sciences : l'exemple de l'affaire Benveniste.....	5
2.2 Esprit critique, pensée critique : de quoi parle-t-on ?.....	6
2.2.1 Une compétence, un concept, un état d'esprit ?.....	6
2.2.2 La zététique comme outil didactique.....	8
2.2.3 Les automatismes et manipulations de la pensée.....	8
2.3 L'esprit critique dans l'enseignement.....	11
2.3.1 Dans les programmes scolaires.....	11
2.3.2 Vers une pédagogie de la pensée critique ?.....	12
2.3.3 La démarche scientifique.....	14
2.4 Le concept d'énergie.....	16
2.5 Formulation de la problématique.....	16
<b>3 Méthode.....</b>	<b>18</b>
3.1 Participants.....	18
3.2 Matériel.....	19
3.3 Procédure.....	21
<b>4 Résultats.....</b>	<b>23</b>
4.1 État des connaissances : conception des élèves sur l'énergie.....	23
4.2 Perception initiale d'un contenu pseudo-scientifique.....	24
4.3 Effets de la mise en œuvre de la démarche scientifique.....	27
4.4 Réinvestissement : distinction entre sciences et pseudo-sciences.....	31
<b>5 Discussion.....</b>	<b>33</b>
5.1 Re-contextualisation.....	33
5.2 Posture des collégiens face aux contenus pseudo-scientifiques.....	33
5.3 Les apports de la démarche scientifique.....	34
5.4 Généralisation des nouveaux acquis.....	35
5.5 Limites et perspectives.....	36
<b>6 Conclusion.....</b>	<b>38</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>39</b>

## **1 Introduction**

Enseigner l'esprit critique, la plupart des gens trouve cela formidable. J'en fais partie. Et puis lorsqu'il faut s'y mettre, on ne sait pas trop par quel bout le prendre, la tâche est ample et les moyens pour y arriver nous semblent limités. Le présent mémoire s'attaque donc à l'enseignement de l'esprit critique dans le cadre des cours de physique chimie au collège. Si l'esprit critique a bel et bien fait son entrée dans les programmes scolaires depuis 2005, les méthodes pour l'enseigner restent floues et peu mobilisées par les professeurs. Son aspect a priori chronophage et des compétences parfois difficiles à faire rentrer dans les programmes disciplinaires constituent un obstacle non négligeable. Pourtant, le besoin est grand. Dans une société où les fausses informations et les théories complotistes se multiplient, il est urgent de fournir aux jeunes enfants et adolescents les outils leur permettant d'accéder au discernement. Nous chercherons donc à explorer comment éveiller l'esprit critique de jeunes collégiens tout en donnant du sens à l'enseignement des sciences. Nous nous appuierons pour cela sur un pilier incontournable de la science, à savoir la démarche scientifique comme outil d'aide au discernement.

Nous commencerons, à travers l'état de l'art, par poser un stéthoscope sur notre société médiatique et ses possibles dérives, afin de comprendre la nécessité de développer l'esprit critique de tous les citoyens. Puis nous tenterons de définir ce que l'on entend par esprit critique et nous dessinerons les contours d'une pédagogie critique qui s'étoffe petit à petit. Nous compléterons ces recherches par quelques données sur la notion de démarche scientifique et sur le concept d'énergie.

Dans un deuxième temps, nous détaillerons la méthode de l'expérimentation qui sera menée avec des élèves de 6<sup>e</sup> dans un contexte particulier d'enseignement à distance. Le point de départ de cette expérimentation sera une vidéo pseudo-scientifique pour laquelle les élèves devront confirmer ou infirmer sa véracité.

Une analyse des productions des élèves nous permettra de mesurer les impacts de cette expérimentation. Enfin, nous discuterons ces résultats afin de dégager les conclusions de cette étude.

## 2 État de l'art

### 2.1 Massification de l'information et dérives médiatiques

#### 2.1.1 Croyance et connaissance sur le marché de l'information

Le développement des technologies numériques dans notre société facilite de manière assez évidente l'accès à l'information. On assiste ainsi à une multiplication des sources d'information, parmi lesquelles il devient parfois difficile de faire le tri. Bien que les fausses nouvelles ne soient pas un phénomène récent (Jeanneney, 2017), leur actuelle rapidité de propagation les rend plus visibles et incontrôlables. Alors que l'on pourrait croire que l'accumulation et la disponibilité d'informations sur internet favorise l'accès à la connaissance par les individus, on s'aperçoit que les croyances sont finalement les premières bénéficiaires de cette démocratisation informationnelle. Dans son essai *La démocratie des crédules* (Bronner, 2013), le sociologue Gérald Bronner explique qu'il est bien souvent plus commode pour l'esprit humain de sélectionner les informations nous procurant un confort mental plutôt que de faire l'effort de raisonnements complexes permettant d'accéder à des connaissances méthodiques. En ce sens, certaines explications pseudo-scientifiques ou complotistes offrent des représentations du monde facilement accessibles, flattant « les pentes naturelles de notre esprit » (Bronner, 2013). Internet peut alors être considéré comme un terrain de libre concurrence entre connaissance et croyance, cette dernière étant bien souvent favorisée par deux principaux mécanismes à l'œuvre :

- Le biais de confirmation selon lequel nous donnons d'avantage de crédibilité aux informations confirmant notre point de vue ou nos hypothèses.
- La motivation à convaincre d'une théorie complotiste est généralement plus importante que celle visant à en démonter les arguments.

Il peut alors sembler préoccupant que, en 2017, 71 % des 15-34 ans consultent l'actualité via les réseaux sociaux et 32 % en font leur unique source d'information (Ministère de la Culture, 2018). Les théories complotistes sont de plus en plus présentes sur internet, mais surtout un grand nombre de jeunes disent y adhérer (un jeune français sur cinq en 2016) (Pereira, 2016). Ces mythes conspirationnistes concernent aussi bien l'actualité géopolitique (parmi les plus populaires, les attentats du 11 septembre 2001 auraient été organisé par la CIA), que des événements historiques (l'alunissage de Neil Armstrong et Buzz Aldrin aurait été monté de

toute pièce en studio cinématographique), ou des faits scientifiques (le VIH serait un virus fabriqué en laboratoire, la Terre serait (encore) plate, le réchauffement climatique serait une invention, le moteur à eau opérationnel, etc.).

Certaines de ces théories sont accompagnées de commerces plus ou moins douteux. On peut citer la théorie des *chemtrails*, selon laquelle les avions relargueraient délibérément des produits chimiques à diverses fins de contrôle des populations ou d'expérimentations scientifiques secrètes. Il est alors possible d'acheter pour quelques centaines d'euros des objets nous protégeant de ces *chemtrails*.

Si les théories pseudo-scientifiques ne sont pas nouvelles, leur diffusion s'en trouve facilitée par les réseaux sociaux et autre commerce en ligne. Nous allons voir dans le prochain paragraphe que des courants pseudo-scientifiques se retrouvent parfois à des endroits où on ne les attendrait pas forcément : dans le monde de la recherche lui-même.

### **2.1.2 Sciences et pseudo-sciences : l'exemple de l'affaire Benveniste**

Le 30 juin 1988, le journal *Le Monde* titrait « *Une découverte française pourrait bouleverser les fondements de la physique* ». La découverte dont le distingué journal fit sa une n'a pas eu besoin d'internet pour se diffuser. Au contraire, elle s'est emparée des canaux tout à fait institutionnels utilisés pour la communication des résultats de recherches. Mais cette affaire nous montre comment des faits pseudo-scientifiques peuvent pénétrer la sphère scientifique, et trente ans après, continuer de faire autorité dans de nombreux milieux. Cet exemple est brièvement détaillé ici afin de mesurer la nécessité d'une formation de l'esprit critique, même dans le domaine des sciences qui n'est pas à l'abri de dérives médiatiques et méthodologiques. C'est notamment cette facette de la pensée critique que nous tenterons d'éveiller chez les élèves au cours de ce mémoire.

Lors de cette affaire, Jacques Benveniste, médecin et immunologiste français largement reconnu par ses pairs au point d'être qualifié de nobélisable dans les années 70, publie en juin 1988 un article dans la prestigieuse revue britannique *Nature* annonçant que l'eau serait douée de mémoire. En d'autres termes, les molécules d'eau garderaient la trace de la présence de molécules d'un principe actif même après de très fortes dilutions, alors que toute trace physique de la molécule diluée a disparu. Cette découverte viendrait alors expliquer le principe de fonctionnement de l'homéopathie. Précisons que les laboratoires Boiron finançaient alors une grande partie de ces recherches (Weck, 2009). Cette publication a

d'abord fait grand bruit dans la sphère médiatique, comme le montre la une du Monde, mais a aussi suscité controverse et scepticisme de la part de nombreux scientifiques. Une enquête a alors été menée par le directeur même de la revue *Nature* impliquant des experts étrangers. Les résultats de l'expertise publiés quelques semaines plus tard invalident le protocole mené par Benveniste et son équipe. L'expérience, menée par la suite dans divers laboratoires, n'est pas reproductible (La Tronche en Biais, 2019). Mais l'affaire ne s'arrête pas là et, alors qu'aucun résultat reconnu par la communauté scientifique n'a encore été obtenu, ces données pseudo-scientifiques persistent et continuent d'être invoquées sous couvert de cet article publié dans *Nature* faisant argument d'autorité.

Ainsi, cette affaire nous montre que l'exercice d'un esprit critique doit s'opérer à tout moment, et n'est pas réservé aux phénomènes paranormaux marginaux.

## **2.2 Esprit critique, pensée critique : de quoi parle-t-on ?**

Le mot « critique » vient du grec *kritikos* signifiant « qui juge les ouvrages de l'esprit », ou encore « capable de discernement ». Il s'agit alors de distinguer ce que l'on nomme couramment l'esprit *de* critique de notre objet d'étude l'esprit critique. Le premier est bien souvent reproché aux élèves, lorsqu'ils contestent et s'opposent systématiquement. Le second requiert finesse de jugement, argumentation et discernement éclairé. C'est bien entendu celui-ci qu'il nous importe de transmettre aux jeunes citoyens.

### **2.2.1 Une compétence, un concept, un état d'esprit ?**

Jacques Boisvert, professeur de psychologie canadien, distingue l'esprit critique de la pensée critique (Boisvert, 1999). Alors que l'esprit critique désignerait une disposition au doute, une attitude, une posture critique, la pensée critique aurait un sens plus large. Elle désignerait en outre un ensemble de capacités permettant de mener à bien une analyse critique. Ainsi, pour être un penseur critique, il faut non seulement avoir tendance à la critique mais aussi maîtriser les outils et savoir-faire de la raison.

Cette distinction, quoique parfois reprise en France, semble plus relever d'une conséquence de la traduction du terme anglo-saxon *critical thinking* que d'une différence de sens profond. Ainsi, dans ce mémoire nous considérerons les deux termes comme l'ensemble des

connaissances, des capacités et des savoir-être permettant d'exercer un regard éclairé sur notre environnement.

D'un point de vue pratique, il nous est important de pouvoir identifier les principales attitudes et capacités caractéristiques de la pensée critique. Celles décrites par Robert Ennis en 1985 (cité dans Boisvert, 1996) donnent une idée assez détaillée de ce que l'on peut attendre d'un penseur critique (figure 1).

<b>Attitudes de la pensée critique</b>	<b>Capacités de la pensée critique</b>
1. Chercher un énoncé clair du problème	1. Se centrer sur une question
2. Chercher des raisons	2. Analyser des arguments
3. Essayer d'être bien informé	3. Poser des questions de clarification
4. Utiliser et mentionner des sources crédibles	4. Définir les termes et juger les définitions
5. Tenir compte de la situation globale	5. Identifier les présupposés
6. Essayer de rester rattaché au sujet principal	6. Juger la crédibilité d'une source
7. Garder à l'esprit la préoccupation initiale	7. Observer et juger les rapports d'observation
8. Considérer des alternatives	8. Déduire et juger les déductions
9. Avoir l'esprit ouvert	9. Induire et juger les inductions
10. Prendre position quand les raisons sont suffisantes pour le faire	10. Élaborer des jugements de valeur
11. Avoir autant de précision que le sujet le permet	11. Suivre les étapes du processus de décision
12. Procéder d'une manière ordonnée avec les parties d'un tout complexe	12. Présenter une argumentation aux autres, oralement ou par écrit
13. Utiliser ses capacités de pensée critique	
14. Être sensible aux sentiments, niveau de connaissance et degré de complexité des autres	

*Figure 1 : Liste abrégée des attitudes et des capacités de la pensée critique proposées par Ennis (tiré de Boisvert, 1996).*

Cependant, cette liste semble peu pratique quant à sa mise en application dans l'enseignement secondaire. C'est pourquoi nous retiendrons celles proposées par Gérard De Vecchi dans son ouvrage « Former l'esprit critique » (De Vecchi, 2017 pp. 45 - 46) puisqu'elles offrent un panel de critères plus vraisemblables à mettre en œuvre et évaluer. En voici les principales catégories :

- Être curieux et ouvert au monde
- Accepter l'erreur
- Considérer la critique comme une action constructive
- Donner de l'importance à l'argumentation
- Savoir confronter ses opinions
- Passer à l'action

### **2.2.2 La zététique comme outil didactique**

On doit au professeur Henri Broch la remise au goût du jour en France d'une discipline antique dénommée la zététique. Ce physicien fonda en 1998 le Laboratoire de zététique à l'Université de Nice Sophia Antipolis et dispensa les premiers enseignements universitaires de zététique. Cette discipline, résumée comme l'art du doute par H. Broch, s'intéresse particulièrement à la méthodologie scientifique pour étudier les para-sciences et phénomènes paranormaux. Mais, au-delà de sa dimension universitaire, elle se veut surtout un outil d'autodéfense intellectuelle à l'attention de tous les citoyens. Ainsi, la méthode zététique est intimement liée au développement d'un esprit critique car elle y apporte de nombreux outils pédagogiques simples nécessaires à son déploiement. En ce sens, la zététique peut être qualifiée de didactique de l'esprit critique (Monvoisin, 2007).

### **2.2.3 Les automatismes et manipulations de la pensée**

En 2012, le psychologue et prix Nobel d'économie Daniel Kahneman publie un livre majeur (Kahneman, 2012) décrivant la pensée humaine selon deux systèmes : le premier est rapide, impulsif, en réponse à nos émotions (c'est le système heuristique) ; le second est lent, réfléchi, faisant appel à la logique (le système algorithmique). Bien entendu, chaque système s'avère plus adapté dans telle ou telle situation, s'adaptant au type de question auquel doit répondre notre cerveau. Le système heuristique nous permet de prendre des décisions du quotidien et ne nous demande qu'un faible effort. Le second système est mobilisé lors de décisions complexes et nécessite une forte concentration pour mettre en œuvre des algorithmes. Les décisions qu'il produit sont réputées fiables. En revanche, l'inconvénient du premier système est qu'il est fréquemment victime de biais cognitifs susceptibles d'altérer notre discernement lors d'une prise de décision. Ainsi, une forme de manipulation bien connue des publicitaires consiste à faire appel à notre système heuristique en sollicitant nos émotions afin d'inhiber notre capacité de réflexion du système algorithmique. C'est d'ailleurs au domaine de l'économie comportementale que les travaux de Kahneman ont d'abord été appliqués.

Il existe donc de nombreuses manières de tromper notre raisonnement. Cela peut se faire de manière consciente par une tierce personne, nous sommes alors victime de manipulation. Ce sont ce qu'on appelle les sophismes, destinés à tromper et bien connus depuis Aristote. Mais très souvent, nous sommes soumis aux automatismes de notre cerveau qui génère des

paralogismes (raisonnements faux) ou biais cognitifs. Sophismes et paralogismes fonctionnent souvent de paire : les manipulateurs exploitent les biais cognitifs pour tromper ou faire passer une idéologie.

Ces biais sont nombreux et sujets d'études complexes du domaine de la psychologie cognitive. Nous n'en citerons ici que quelques exemples significatifs car couramment observés (CortéX, 2010) :

- Le biais de confirmation : tendance à donner plus d'importance aux informations venant confirmer nos hypothèses ou croyances.
- *Post hoc ergo propter hoc* (en français : à la suite de cela, donc à cause de cela) : considérer que l'événement B est la conséquence de l'événement A puisque A s'est produit avant B. *Exemple : J'ai mangé du chocolat et j'ai eu une bonne note à mon devoir. Donc c'est grâce au chocolat.*
- *Cum hoc ergo propter hoc* (en français : avec cela donc à cause de cela) : confondre corrélation et causalité. *Exemple : on a observé une augmentation du taux de divorce et de la consommation de margarine dans un État américain. Donc plus on consomme de margarine, plus le risque de divorce est élevé.*
- L'effet barnum : accepter une description de la personnalité plus ou moins détaillée comme nous correspondant (typique des horoscopes). Et son corollaire, l'effet puits : un discours creux permet d'y trouver ce que l'on veut entendre. *Exemple : Votre personnalité est à la fois vivante et pleine. Vous pouvez faire preuve à la fois d'un grand calme comme d'une activité débordante, à la fois solitaires et sociables. Votre besoin de reconnaissance est grand et votre niveau d'exigence avec vous-même est élevé.*
- L'effet râteau : tendance à exagérer une répartition du hasard. *Exemple : si l'on demande à une personne d'écrire une série de pile ou face au hasard (sans réaliser les tirages), elle aura tendance à exagérer la répartition en ne donnant pas plusieurs tirages identiques à la suite, ce que l'on obtiendrait en réalisant de vrais tirages.*
- L'argument d'autorité : invoquer une autorité (personne célèbre, expert douteux...) pour prétendre que quelque chose est vrai, et ainsi s'économiser une argumentation. *Exemple : Rafael Nadal se soigne à l'homéopathie, c'est que ça fonctionne !*

- L'appel à l'ignorance : prétendre que quelque chose est vrai parce que personne n'a démontré que c'était faux. *Exemple : il n'est pas démontré que les ondes wifi ne sont pas nocives, donc elles le sont.*
- L'appel à la popularité : prétendre que quelque chose est vrai parce qu'un grand nombre de personnes le considère comme tel. *Exemple : la majorité des français utilise cette marque de shampoing. Donc c'est la meilleure.*
- Le faux dilemme : réduire un problème à deux seules solutions en occultant les alternatives. *Exemple : Soit vous êtes avec moi, soit vous êtes contre moi.*
- Le renversement de la charge de la preuve : faire peser sur son interlocuteur la charge de prouver que ce qu'on avance est faux. *Exemple : prouvez-moi que les extra-terrestres n'existent pas !*

Une première étape pour se défaire de ces biais est bien sûr de prendre conscience de leur existence, d'apprendre à repérer les pièges pour mieux les éviter.

Enfin, de récentes contributions ont été apportées dans ce domaine par le psychologue Olivier Houdé (Houdé, 2019). Il propose un troisième système ayant un rôle d'arbitrage entre les deux systèmes précédemment décrits (figure 2). Selon lui, ce système 3 serait notre moyen de résister à nos automatismes et donc de maîtriser notre système heuristique. Bien que présent dès la naissance, ce système d'inhibition a besoin de s'entraîner pour être efficace. Il est donc une bonne piste pour travailler sur nos biais cognitifs et mettre en œuvre notre esprit critique.

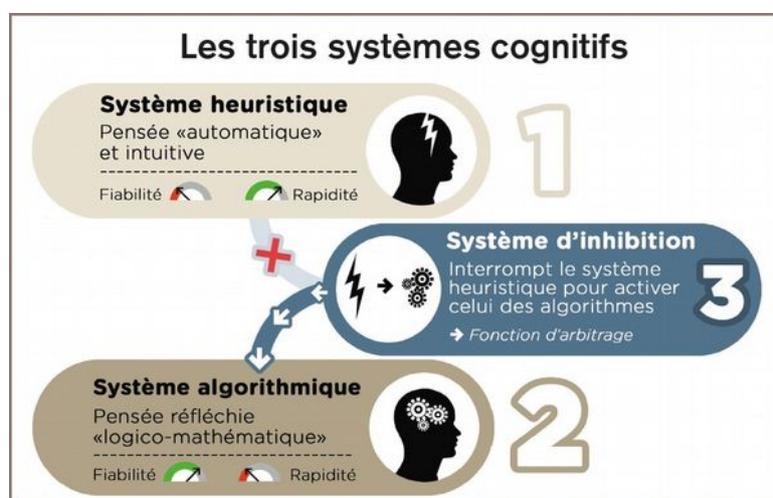


Figure 2 : Les trois systèmes cognitifs chez l'enfant et l'adulte. D'après (Houdé, 2019).

## 2.3 L'esprit critique dans l'enseignement

Depuis les années 2000, le nombre d'ouvrages s'intéressant à l'esprit critique connaît une nette augmentation. En particulier depuis 2011, l'essor des théories complotistes a provoqué une mise en garde contre ces dérives et un appel à la vigilance notamment chez les jeunes citoyens qui y sont particulièrement réceptifs. Développer leur esprit critique est alors apparu comme la meilleure prévention pour ne pas sombrer dans le conspirationnisme et l'obscurantisme. C'est à la suite des attentats de 2015 qu'une mobilisation pour les valeurs de la République a mis l'esprit critique au centre des préoccupations de l'Éducation Nationale.

### 2.3.1 Dans les programmes scolaires

Depuis 2005, l'esprit critique est présent dans le Socle commun de connaissances et de compétences. En 2015, on le retrouve sous l'intitulé « *exercer son esprit critique, faire preuve de réflexion et de discernement* » pour les cycles 3 et 4. Au lycée, on rencontre également cet intitulé parmi les capacités requises pour la compétence « valider ». Mais dans les descriptifs des programmes du bulletin officiel de l'Éducation Nationale, cette compétence transversale n'est que très peu explicitée. En particulier en sciences physiques et chimiques, l'esprit critique n'y est mentionné nulle part en dehors de la description des compétences à acquérir<sup>1</sup>. Il faut alors comprendre que transmettre l'esprit critique est l'affaire de tous, comme préconisé sur le site d'accompagnement des enseignants Eduscol (Eduscol, 2018). On le retrouve par exemple en fil rouge dans le « *Projet d'ajustement et de clarification des programmes de sciences des cycles 2, 3 et 4* » du 14 juin 2018 :

*« Développer le jugement est un des buts privilégiés du cycle 4. Chaque discipline y concourt à sa manière en enseignant l'évaluation critique de l'information et des sources d'un objet médiatique. »* (p. 29)

*« Les mathématiques et la culture scientifique et technique aident à développer l'esprit critique et le goût de la vérité. »* (p. 29)

*« La connaissance et la pratique de ces thèmes aident à construire l'autonomie du futur citoyen par le développement de son jugement critique et lui inculquent les valeurs, essentielles en sciences, de respect des faits, de responsabilité et de coopération. »* (p. 44)

---

<sup>1</sup> Pour le lycée, l'esprit ou le regard critique étaient mentionnés de nombreuses fois dans les programmes de 2010. Cette notion a disparu des programmes 2019.

C'est aussi une des compétences professionnelles du métier de professeur : « *Aider les élèves à développer leur esprit critique, à distinguer les savoirs des opinions ou des croyances, à savoir argumenter et à respecter la pensée des autres* ». Développer l'esprit critique doit donc être pris en charge par l'ensemble des professeurs et personnels de l'éducation. Il doit ainsi être inhérent à l'enseignement de toutes les disciplines, comme un état d'esprit, une culture difficile à faire rentrer dans le cadre d'un programme scolaire. La figure ci-dessous (figure 3) présente les pratiques et attitudes qui doivent être favorisées dans le cadre scolaire.

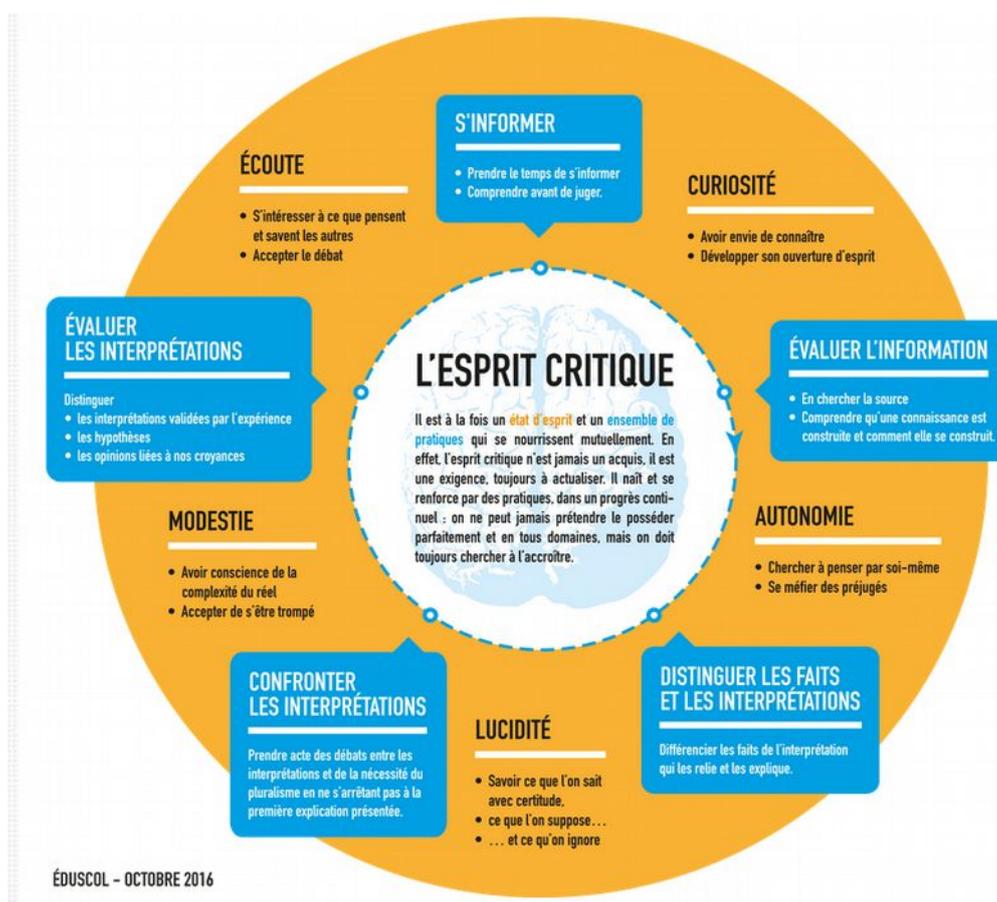


Figure 3 : Infographie relative au développement de l'esprit critique dans les programmes scolaires (tiré de Eduscol, 2018)

### 2.3.2 Vers une pédagogie de la pensée critique ?

Seulement voilà... D'aucuns auront à juste titre remarqué qu'« *on n'enseigne pas l'esprit critique, il n'existe aucune méthode d'« esprit critique en cinquante leçons* », à délivrer selon

*une posologie savante. Aucune mesure, aucune évaluation précise ne permet de délivrer un brevet « d'esprit critique ». L'esprit critique s'acquiert, petit à petit, par l'expérience, l'habitude de faire appel transversalement aux savoirs et de les questionner. » (Chenevez, 2000).*

S'il n'existe pas de méthode toute faite pour enseigner l'esprit critique, on trouve cependant de nombreux outils et ouvrages contribuant à la formation de celui-ci (parmi lesquels Attali et al., 2019; De Vecchi, 2016, 2017; Farina et al., 2018). Loin de proposer des recettes pour faire des cours d'esprit critique, on cherchera plutôt à mettre les élèves en situation de l'exercer. On les encouragera à prendre position avec discernement, tout en sachant argumenter leurs choix et prises de décisions.

Selon Gérard De Vecchi, il n'y a pas d'âge pour commencer à éveiller cet esprit critique, dès la maternelle les enfants peuvent amorcer des réflexions souvent bien plus approfondies que ce que l'on pourrait envisager a priori (De Vecchi, 2019). Par ailleurs, l'esprit critique est une pratique qui doit s'exercer par habitude, une sorte d'hygiène mentale comme on se laverait les dents. Il est donc indispensable de l'exercer au plus tôt et régulièrement.

Cependant, certains obstacles peuvent freiner l'esprit critique des enfants. G. De Vecchi relève les points suivants, qu'il convient de garder en tête à l'heure d'amener des élèves vers une pensée critique (De Vecchi, 2017) :

- Les jeunes élèves croient couramment que tout le monde pense comme eux.
- Il leur est difficile d'accepter la critique.
- Ils n'éprouvent pas souvent le besoin d'argumenter.
- Ils considèrent la parole des adultes et des médias comme systématiquement vraie.
- La curiosité a tendance à diminuer avec l'âge, la capacité à s'étonner décroît.

La pédagogie de la pensée critique invite à repenser la pédagogie traditionnelle où le savoir détenu par l'enseignant tient place de sacré. Ce savoir étant désormais disponible sur internet, il s'agit plutôt d'amener les élèves à se construire leur propre savoir de manière critique, à dialoguer entre pairs par des débats argumentés. On peut donc penser une pédagogie favorable à la pensée critique, qui s'articule autour de différentes postures (Attali et al., 2019) :

- Favoriser le questionnement des élèves, les laisser s'exprimer.
- Développer la culture de l'oral afin de libérer la prise de parole.
- Amener les élèves au doute.

- Confronter les points de vue : recourir aux débats.
- Cultiver un rapport critique à soi-même, accepter la critique.
- Valoriser l'engagement des élèves et la prise d'initiatives.

### 2.3.3 La démarche scientifique

Depuis la naissance, l'enfant est spontanément disposé à construire ses savoirs en se basant sur l'observation du monde qui l'entoure et sur les expérimentations successives. Dans notre quotidien nous continuons d'appliquer ces formes de raisonnements nous permettant d'identifier des problèmes et d'en trouver les solutions. Seulement, nos observations sont en général subjectives et donc sujettes à erreur. Nous avons une tendance naturelle à suivre des intuitions qui peuvent se révéler trompeuses.

Au fil des siècles, l'humain a alors construit des méthodes et des outils visant à atteindre une part d'objectivité de plus en plus importante, constituant ainsi un ensemble de pratiques scientifiques. Il est une méthode commune à toutes les sciences, un dénominateur commun, c'est la **démarche scientifique**. Elle est la méthode incontournable permettant la construction des connaissances scientifiques et une meilleure compréhension du monde qui nous entoure. Elle est le fondement de toutes les sciences, aussi bien des sciences dures que des sciences humaines. Dans les sciences expérimentales, la démarche scientifique inclue fréquemment une ou des expérimentations, on parle alors de **démarche expérimentale**.

Dans l'enseignement des sciences, un schéma habituellement utilisé est celui de la démarche OHERIC, pour observation, hypothèses, expérience, résultats, interprétation et conclusion.

Cette méthode, que l'on retrouve dans la plupart des démarches d'investigation des manuels scolaires, correspond également au schéma des compétences associées au domaine D4 « pratiquer des démarches scientifiques » du socle commun. Pourtant, la méthode OHERIC a été critiquée par plusieurs didacticiens, à commencer par André Giordan en 1978 (Giordan, 1978) et suivi de près par Jean-Pierre Astolfi (Astolfi et al., 1978).

On lui reproche ainsi d'incarner une démarche trop linéaire, peu représentative de la « vraie » recherche. La place laissée aux hypothèses n'y est que formelle et ne permet pas aux élèves d'élaborer de réels questionnements ni d'y exercer leur créativité dans la conception des étapes de tests.

Un modèle alternatif a été proposé et explicité par Jean-Yves Cariou : le modèle DiPHTeRIC (Cariou, 2009), pour Données initiales, Problème, Hypothèses, Tests, Résultats, Interprétation,

Conclusion. Ce modèle met en avant le caractère non linéaire des étapes de recherche ainsi que l'importance des hypothèses que peuvent faire les élèves à partir de données initiales. La figure 4 en donne une représentation schématique.

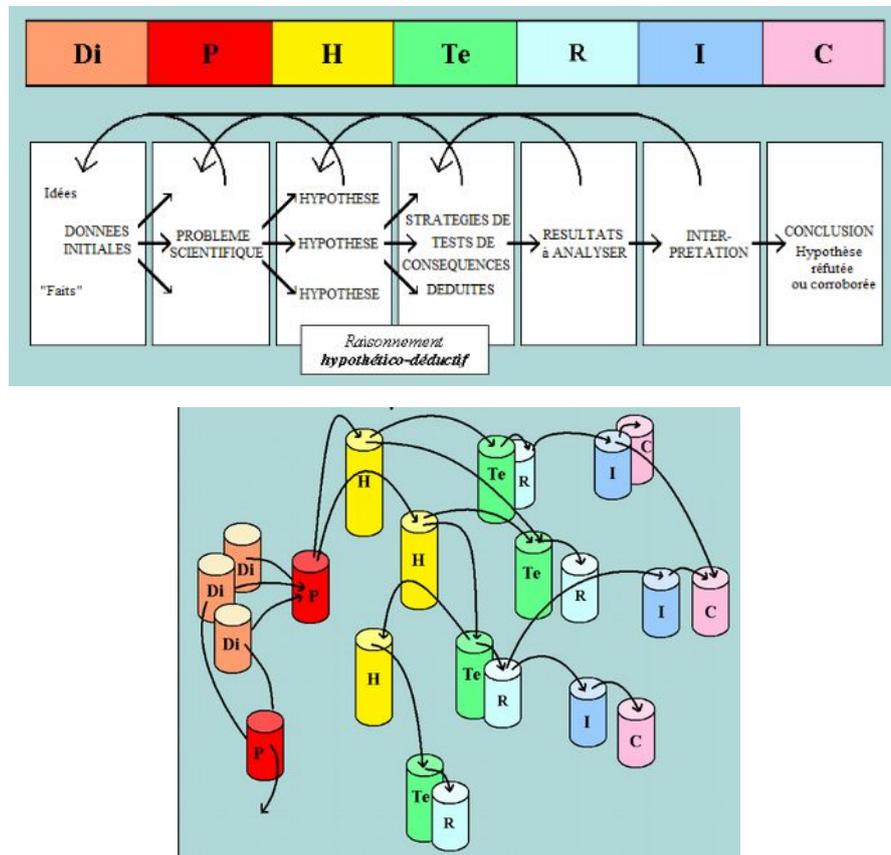


Figure 4 : Représentation du modèle DiPHTeRIC (Cariou, 2009)

Au-delà de l'outil didactique que représente la démarche scientifique, elle est aussi une attitude à adopter à l'heure de mettre en marche notre système de pensée algorithmique (voir § 2.2.3). Elle constitue un précieux outil de discernement. Faire preuve d'esprit scientifique permet alors de faire preuve d'esprit critique. Car comprendre la méthode scientifique, c'est aussi comprendre comment se construisent des savoirs fiables. En cela, l'enseignement d'une démarche scientifique solide et systématique, applicable à des situations de la vie réelle, favorise la mise en œuvre de l'esprit critique des jeunes citoyens.

Nous terminerons ce paragraphe par une citation d'Henri Broch, insistant sur l'importance de la démarche scientifique comme une attitude accessible à tous et toutes :

*« Des personnes peuvent n'avoir aucun titre scientifique ni aucun diplôme scientifique mais qui par contre peuvent avoir une démarche parfaitement rigoureuse et qui méthodologiquement est une vraie démarche scientifique. Ce qui compte le plus c'est la démarche. »* Henri Broch (cité dans Ecole Normale Supérieure, 2018).

## **2.4 Le concept d'énergie**

Si l'énergie est un concept particulièrement difficile à dompter en physique (Hervé et al., 2014), c'est aussi un terme polysémique fréquemment utilisé dans le langage courant. Ainsi, avant même de l'aborder dans un cadre scolaire, les élèves connaissent le mot et l'utilisent. Une part importante du travail en sciences physiques consiste donc à faire la distinction entre le registre du langage courant et celui dédié aux sciences.

Des activités « esprit critique » autour des différents sens du mot énergie ont déjà été expérimentées, notamment au sein du collectif du Cortecs (CorteX, 2010). Une de ces activités vise à faire prendre conscience à des élèves de 1ère S des différents sens du mot énergie et ainsi mieux en appréhender le sens scientifique (voir annexe 1). Quatre sens de l'énergie y sont définis :

- Le sens scientifique, qui est construit tout au long de la scolarité des élèves.
- Le sens commun, celui qu'ils connaissent déjà.
- Le sens utilitaire, qui permet de quantifier l'énergie extraite de la matière. On peut considérer qu'en 6ème, les élèves ne l'ont que peu rencontré.
- Le sens pseudo-scientifique, que l'on rencontre beaucoup dans certains milieux ésotériques, mais qui prend parfois une place importante dans le débat public (voir la polémique sur la mémoire de l'eau § 2.1.2).

Ce dernier sens est problématique d'un point de vue sociétal puisqu'il conduit bien souvent au registre des croyances tout en se revendiquant de la Science. Il sème la confusion dans les esprits du public, qu'il soit enfant, adolescent ou adulte.

L'énergie étant un concept particulièrement rétif, il convient de le traiter efficacement dès lors qu'il est abordé dans un cadre scientifique, et d'en éliminer les éventuelles conceptions.

## **2.5 Formulation de la problématique**

Les recherches menées précédemment nous ont conduits à constater l'enjeu que constitue l'éducation à l'esprit critique dans notre société où la massification de l'information en rend le

tri parfois difficile. Lorsque sciences et pseudo-sciences se confondent, la zététique constitue un outil bien affûté pour analyser des théories présentant des arguments éloignés du consensus scientifique. L'esprit critique a fait son entrée dans les programmes scolaires en 2005, et il est particulièrement présent dans les socles communs de connaissances des cycles 3 et 4. Par ailleurs, force est de constater qu'il n'est pas chose aisée de parvenir à inculquer cet état d'esprit à nos élèves. Alors que l'ensemble des disciplines scolaires est concerné, on ne dispose que de peu de précisions sur la manière d'enseigner l'esprit critique. Divers pédagogues et didacticiens se sont depuis penchés sur la question, dessinant les contours d'une pédagogie de la pensée critique. Dans le cadre de ce mémoire, ce sont les apports des sciences physiques et chimiques au développement de la pensée critique qui nous intéressent plus particulièrement. Nous avons vu que la démarche scientifique, pilier de la pratique des sciences, peut s'avérer être un outil de discernement efficace. Dans le cas des sciences physiques, nous nous attellerons à discerner sciences et pseudo-sciences, et à faire la part des choses entre ce qui relève du ressenti et ce que l'on peut mesurer, prouver, objectiver. Cela nous amène à formuler la problématique suivante :

**Dans quelle mesure la pratique de la démarche scientifique peut-elle constituer un levier de déclenchement d'une pensée critique chez de jeunes collégiens ?**

Le choix du domaine d'application se portera sur l'énergie, en tant que composante du programme de sciences de cycle 3, mais aussi en tant que notion polysémique fréquemment utilisée de manière abusive dans des champs pseudo-scientifiques.

Plusieurs hypothèses peuvent alors être formulées.

- La première suppose que les jeunes élèves sont spontanément enclins à la crédulité et peu entraînés à l'esprit critique, puisque ce dernier est encore trop peu pratiqué dans un cadre scolaire.
- La deuxième hypothèse, que nous considérerons comme principale, est que la mise en œuvre d'une démarche scientifique va montrer aux élèves comment, par eux-mêmes, ils peuvent parvenir à discerner la véracité d'une information présentée comme scientifique. En permettant d'objectiver certains résultats et en s'affranchissant du jugement basé sur les ressentis, l'expérience rigoureusement construite et menée permettrait de conclure sur la validité scientifique d'un contenu.

- Dans la troisième hypothèse, nous pouvons supposer que cette première approche en classe leur permettrait de mieux appréhender de nouvelles situations analogues.

### **3 Méthode**

L'expérimentation de cette étude a lieu sous forme d'une séance introductive à la séquence dédiée aux formes et sources d'énergie. La stratégie utilisée est de confronter les élèves à une situation fallacieuse afin de les amener à enclencher leur esprit critique. Ils percevront alors que le terme énergie peut parfois être employé de manière abusive.

Le déroulement de l'expérimentation prévue s'est retrouvé chamboulé par les mesures de confinement prises au cours du mois de mars 2020. Ainsi, la méthode présentée ci-après est une adaptation en distanciel des séances initialement prévues en classe.

#### **3.1 Participants**

L'étude est menée avec des élèves de 6<sup>e</sup> du collège Jean-Jacques Perret en centre ville d'Aix-les-Bains. L'établissement accueille 440 élèves issus principalement d'un milieu social aisé.

J'interviens auprès de deux groupes-classes de 6<sup>e</sup> de 20 élèves chacun, résultant d'une réduction des effectifs pour les groupes de sciences. Dans ce collège, le choix a été fait de dispenser 4h30 de sciences par semaine en classe de 6<sup>e</sup> au lieu des 4h prévues dans les programmes officiels. Ainsi, les élèves de 6<sup>e</sup> suivent 1h30 d'enseignement de physique chimie hebdomadaire.

Les populations composant ces deux classes sont de caractères très différents. La première, que nous nommerons 6e2, est composée d'élèves de bon niveau général et disposant d'un environnement culturel riche pour au moins les deux tiers d'entre eux. Leur disposition au travail est bonne, et on pourrait qualifier leurs productions de « scolaires ». Ils comprennent ce que l'on attend d'eux et font en sorte de rester dans le cadre.

Dans la deuxième classe, dénommée 6e4, une part importante d'élèves rencontre des difficultés de divers ordres :

- six élèves rencontrent de grandes difficultés de compréhension et d'expression (orale et/ou écrite selon les cas).
- un élève souffre d'importants problèmes de comportements, liés entre autre à un diagnostic de haut potentiel.

- quatre autres élèves ont des troubles du comportement pouvant impacter le travail en groupe.
- quatre élèves appartenant au moins à l'une des trois catégories précédentes bénéficient d'un dispositif d'accompagnement (PAP).
- on compte également cinq élèves de très bon voire d'excellent niveau scolaire.

Le travail produit par cette classe peut surprendre par son originalité, certains élèves se montrant très créatifs.

Au vu des profils très différents de ces deux classes, on ne cherchera pas à les comparer en leur appliquant des procédures d'expérimentation différentes, au risque d'obtenir des données biaisées. Une même procédure sera exécutée pour les deux classes dont les données seront généralement traitées et analysées conjointement. On pourra, le cas échéant, comparer les différents effets sur les apprentissages en fonction du profil de la classe.

Compte tenu des conditions particulières de cette expérimentation, il est important ici de préciser les conditions matérielles difficiles qu'ont pu rencontrer certains élèves en travaillant depuis leurs domiciles. En effet, en classe de 6<sup>e</sup>, rares sont les élèves disposant d'un ordinateur personnel. Ils sont donc pour la plupart amenés à partager un ordinateur avec des frères et sœurs et souvent des parents en télé-travail. Quatre élèves de la 6e4 ne parviennent pas à réaliser à distance le travail demandé en physique chimie (pour diverses raisons). Des inégalités sont donc à prendre en compte sur cet aspect. De la même manière, nous ne pourrions pas garantir la non intervention des familles dans certaines réponses.

Enfin, les limites du travail à distance font qu'il est parfois difficile d'assurer un suivi, et donc d'obtenir des retours de la part des tous les élèves. Ainsi, nous précisons dans l'analyse des résultats le nombre d'élèves ayant participé/répondu à chaque étape traitée.

### **3.2 Matériel**

Le support principal utilisé pour cette étude est une vidéo trouvée sur une chaîne privée de la plateforme Youtube (vidéo visible à l'adresse suivante : [https://www.youtube.com/watch?v=dJNFw0uSqMA&feature=emb\\_title](https://www.youtube.com/watch?v=dJNFw0uSqMA&feature=emb_title)). Cette vidéo a été sélectionnée en premier lieu pour son caractère pseudo-scientifique, puisqu'elle montre un magnétiseur expliquant au spectateur le test à effectuer pour « percevoir l'énergie de l'eau » (voir figure 5). De plus, la personne intervenant dans la vidéo semble incarner un certain savoir en apparaissant entourée de livres anciens. Ensuite, la vidéo présente l'intérêt de montrer un protocole facilement reproductible

par des élèves et nécessitant peu de matériel. Enfin, le terme « énergie » y est employé à de nombreuses reprises, dans son sens pseudo-scientifique.



Figure 5 : Capture d'écran de la vidéo support « percevoir l'énergie de l'eau ».

Des questionnaires en ligne via la plateforme Quizinière (développée par Canopé) permettent de recueillir les réponses des élèves. Deux questionnaires ont été mis en place (voir annexe 2) :

- Questionnaire 1 : conceptions des élèves sur la définition du terme « énergie » .
- Questionnaire 2 : perceptions du caractère pseudo-scientifique de la vidéo par les élèves, puis ressentis lors de leur propre expérimentation.

Ainsi, le questionnaire 1 permet d'évaluer le point de départ des élèves en matière d'énergie.

Le questionnaire 2 évalue leur réaction initiale face à une information pseudo-scientifique.

La page internet de l'Association française pour l'information scientifique (Afis, <https://www.pseudo-sciences.org>) est utilisée comme support de recherche pour les élèves lors de l'étape de réinvestissement.

Un éditeur de texte collaboratif en ligne (*pad* hébergé par le site libre Picasoft) permettra aux élèves de partager certaines de leurs réponses.

Enfin, la séance expérimentale à proprement parler aura lieu sous forme de classe virtuelle avec l'outil *Blackboard collaborate* via le service du CNED. Lors de cette séance, les élèves pourront échanger et travailler ensemble pour élaborer leur démarche scientifique.

Une part importante du travail est ensuite réalisée par les élèves en autonomie chez eux et donnera lieu à un rendu informatique à l'enseignante.

Le tout aura été coordonné via le logiciel de gestion de vie scolaire Pronote pour la communication et la transmission de documents.

Tout cela sous-entend que les élèves participant doivent être équipés de matériel informatique leur permettant de travailler depuis chez eux. En plus de cela, les élèves devront se munir d'une bouteille d'eau pour réaliser les expériences.

### 3.3 Procédure

Ce qui aurait été fait en une seule et même séance a été réorganisé pour une répartition sur quatre semaines des différentes tâches. La même organisation a été suivie pour les deux groupes classes. Le tableau suivant en montre la chronologie et le contenu.

Tableau 1: Chronologie des différentes étapes de la procédure

Semaine 1	<b>Travail préliminaire :</b> Dans un premier temps, il est demandé aux élèves de réfléchir à leur conception du mot « énergie ». Pour cela, chacun d'eux répond au questionnaire 1 et partage sa propre définition du mot sur un outil <i>pad</i> .
Semaine 2	<b>Étude d'une vidéo :</b> Dans un deuxième temps, chaque élève visionne chez lui la vidéo puis répond au questionnaire 2. Lors de cette étape, les élèves sont amenés à évaluer le caractère scientifique de la vidéo puis à reproduire l'expérience en tentant de « ressentir l'énergie de l'eau ». Ils doivent alors s'exprimer sur ce qu'ils ont ressenti et noter les questions qu'ils se posent. <b>Construction d'une démarche scientifique :</b> La troisième étape a lieu à l'occasion d'une <b>classe virtuelle</b> d'une durée d'une heure. L'objectif de cette séance est avant tout de permettre aux élèves d'échanger leurs ressentis et de les amener à construire la démarche scientifique qui leur permettra de tester la validité de ce qu'ils auront vu dans la vidéo. Le déroulé de cette séance est détaillé plus bas.
Semaine 3	<b>Expérimentation et formalisation des résultats :</b> Afin de finaliser le travail mené en classe virtuelle, les élèves doivent réaliser les expériences qu'ils auront proposées précédemment. Pour cela, l'enseignante leur fournit un document de synthèse de la classe virtuelle résumant les expériences à réaliser (voir annexe 3). Ce document est également transmis aux élèves n'ayant pas pu participer à la classe virtuelle. Tous les élèves doivent rendre un document présentant leurs résultats ainsi que leurs conclusions. L'utilisation de schémas et de photos est encouragée.

	<p><b>Conclusion :</b> Un bilan de leurs travaux établi par l'enseignante leur est ensuite transmis (voir annexe 4). Ce document vise également à clarifier les conclusions à tirer des expériences menées ainsi qu'à apporter un complément scientifique aux savoirs construits par les élèves. La notion d'esprit critique est alors introduite.</p>
Semaine 4	<p><b>Réinvestissement :</b> Dans le projet initial d'expérimentation, il était prévu de soumettre aux élèves une nouvelle vidéo pseudo-scientifique accompagnée d'un nouveau questionnaire. Mais le fait que les élèves soient confrontés à ces vidéos pseudo-scientifiques hors du cadre scolaire engendrerait un risque de mauvaise perception du message de l'enseignante. Finalement, on préférera demander aux élèves d'effectuer une recherche sur le site de l'Afis (Association française pour l'information scientifique) afin d'identifier et d'expliquer un exemple de situation qui ressemble à de la science, mais qui n'est pas de la science (voir consigne précise en annexe 2).</p> <p>Cette dernière étape constituera une source d'indicateurs permettant d'évaluer le « gain » en esprit critique des élèves.</p>

La séance en classe virtuelle s'organise selon plusieurs phases :

- Échange de ressentis (15 min) : les élèves décrivent ce qu'ils ont perçu en faisant chez eux l'expérience de la bouteille d'eau. L'enseignante régule la discussion et met en avant les avis divergents. L'objectif recherché est de questionner nos sens, une illusion d'optique vient étayer la fiabilité limitée de nos sens.
- Question scientifique (5 min) : à partir des différentes questions posées par les élèves, on dégage une question scientifique commune à laquelle on cherchera à répondre. Les élèves doivent proposer des hypothèses. L'enseignante apporte éventuellement quelques pistes, comme la répétabilité d'un résultat ou la notion de test à l'aveugle.
- Proposition de protocoles expérimentaux (20 min) : cette phase devait initialement se dérouler en petits groupes de travail mais cela s'est avéré trop compliqué dans la version virtuelle de cette activité (problèmes techniques pour plusieurs élèves). C'est donc en grand groupe que les élèves proposent plusieurs expériences pour mettre à l'épreuve le test de la vidéo.

- Bilan (10 min) : une procédure commune est élaborée et énoncée. L'enseignante s'assure que tout le monde a bien saisi le travail qui sera à faire chez soi.

Lors de cette séance le rôle de l'enseignante est principalement de guider les élèves dans leur démarche scientifique et de réguler les discussions.

Comme pour d'autres compétences, il est difficile de mesurer l'esprit critique. Évaluer suppose d'objectiver des critères, mais l'esprit critique peut-il être réduit à des tests répondant à des critères prédéfinis ? Car le but n'est pas de normer la pensée critique ou de la réduire à la critique jugée « convenable » (Attali et al., 2019 pp 21-22). Ainsi, nous évaluerons les postures des élèves par leur capacité à douter, à remettre en question un contenu et leur aptitude à argumenter leur posture.

## 4 Résultats

### 4.1 État des connaissances : conception des élèves sur l'énergie

Les résultats les plus significatifs concernant l'étape préliminaire au travail sur l'esprit critique se manifestent dans l'expression de mots que les élèves associent au terme « énergie ». Ainsi, le nuage de mots présenté dans la figure 6 fait ressortir une conception de l'énergie relativement homogène, en fort lien avec la notion d'électricité. Des notions comme la force, la vitesse, le mouvement sont également évoquées, mais sont plus vraisemblablement attribuables aux rémanences du chapitre précédent portant sur le mouvement.



Figure 6 : Nuage représentant tous les mots évoqués par les élèves en référence au terme « énergie ». La taille et l'occurrence des mots sont proportionnelles.

Le diagramme de la figure 7 montre plus en détail l'occurrence des trois mots les plus cités par les élèves. On constate ainsi que pour environ la moitié d'entre eux, le terme électricité est associé à la notion d'énergie. En lien avec l'électricité, la lumière est citée par un quart des élèves. Enfin, le Soleil est clairement associé à la notion d'énergie renouvelable, rencontrée dans les médias, à la maison ou encore à l'école.

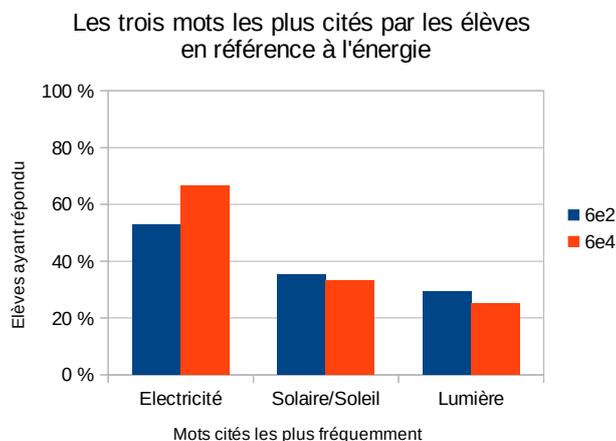


Figure 7 : Représentativité des trois mots les plus cités par les élèves.

Ainsi, nous constatons une conception plutôt juste de l'énergie au sens physique du terme.

## 4.2 Perception initiale d'un contenu pseudo-scientifique

Après avoir visionné la vidéo mettant en scène le test de l'énergie de l'eau, les élèves sont interrogés sur leur perception scientifique de son contenu (figure 8, a) et b)), ainsi que sur sa capacité à convaincre (figure 8, c) et d)). La figure 8 montre les réponses aux différentes affirmations pour les 32 élèves (6e2 et 6e4 confondus) ayant répondu au questionnaire 2. Ainsi, on constate que 65 % des élèves assimilent l'expérience de la vidéo à de la science, mais « seulement » 47 % y reconnaissent une démarche scientifique. On notera tout de même que 34 % des élèves n'identifient pas du tout une démarche scientifique dans la vidéo. On peut ainsi interpréter que si bon nombre d'élèves assimilent cette expérience à de la science pour son côté expérimental, il n'y reconnaissent pas pour autant la démarche scientifique étudiée en classe.

Ils sont cependant nombreux (près de 70 %) à se laisser convaincre par l'orateur, et plus de la moitié croient que l'interprétation qui est faite dans la vidéo est crédible. Quelques élèves (13 %) restent cependant totalement incrédules, certains ayant rapidement repéré et énoncé qu'il s'agissait là d'un magnétiseur.

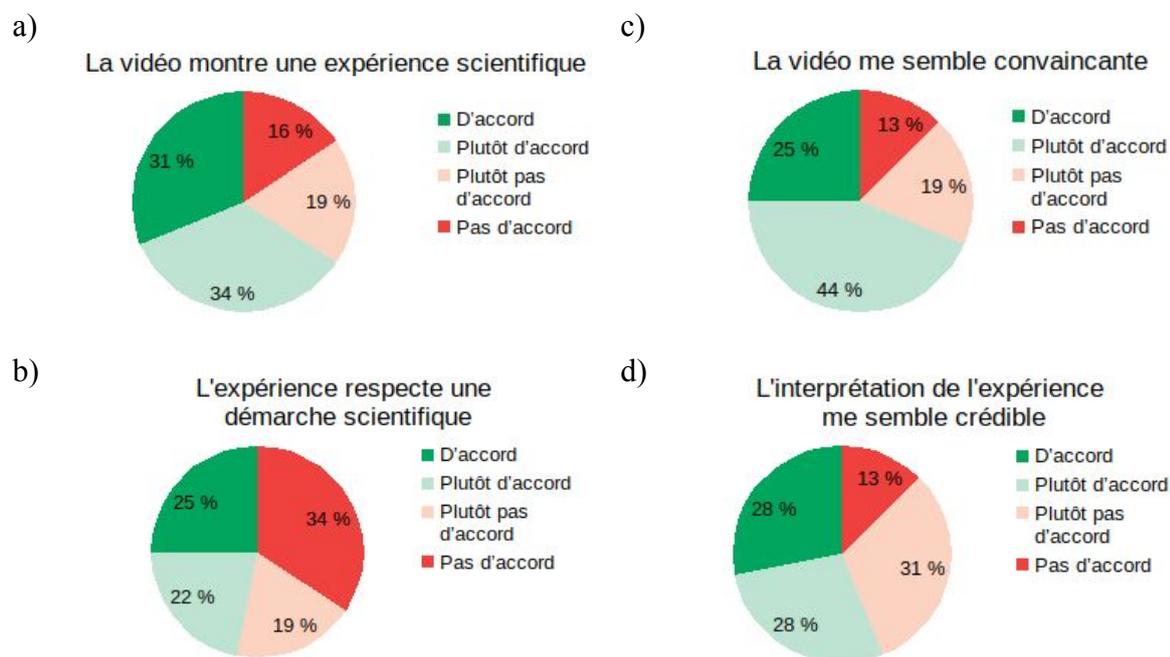


Figure 8 : Positionnement des élèves relatif aux propositions posées juste après avoir vu la vidéo. 32 élèves ont répondu à ce questionnaire, 6e2 et 6e4 confondues.

Lors de l'étape suivante, les élèves vont reproduire l'expérience telle qu'elle est expliquée dans la vidéo. La figure 9 a pour but de retracer le cheminement des élèves dans leur posture vis à vis du test de l'énergie de l'eau. La posture initiale à l'issue du visionnage de la vidéo est obtenue à partir des commentaires émis par les élèves sur la vidéo (soit la question n°6 du questionnaire 2). Puis le ressenti déclaré est tiré de la question n°8 dans laquelle il est demandé si l'élève a ressenti ou non les effets décrits dans la vidéo. Les flèches horizontales indiquent le nombre d'élèves passant d'une posture à l'autre après avoir testé l'énergie de la bouteille. Enfin la colonne de droite rassemble les postures de l'ensemble des élèves à l'issue de leur première expérimentation.

On observe alors qu'une grande partie des élèves restent sur leur position : s'ils trouvaient la vidéo non crédible au départ, ils ne ressentiront pas les effets de l'énergie. A contrario, s'ils étaient séduits par le contenu de la vidéo, alors il y a de grandes chances pour qu'ils ressentent

les effets décrits par le magnétiseur. On observe cependant que le fait de réaliser l'expérience a pu convaincre trois élèves a priori critiques que l'on pouvait bel et bien ressentir l'énergie d'une bouteille d'eau. En fin de compte, c'est près de la moitié des élèves ayant réalisé le test qui arriveront à totalement ressentir l'énergie de l'eau. Pour quatre autres, ils auront ressenti quelque chose, mais pas exactement comme décrit dans la vidéo, ou alors après plusieurs essais.

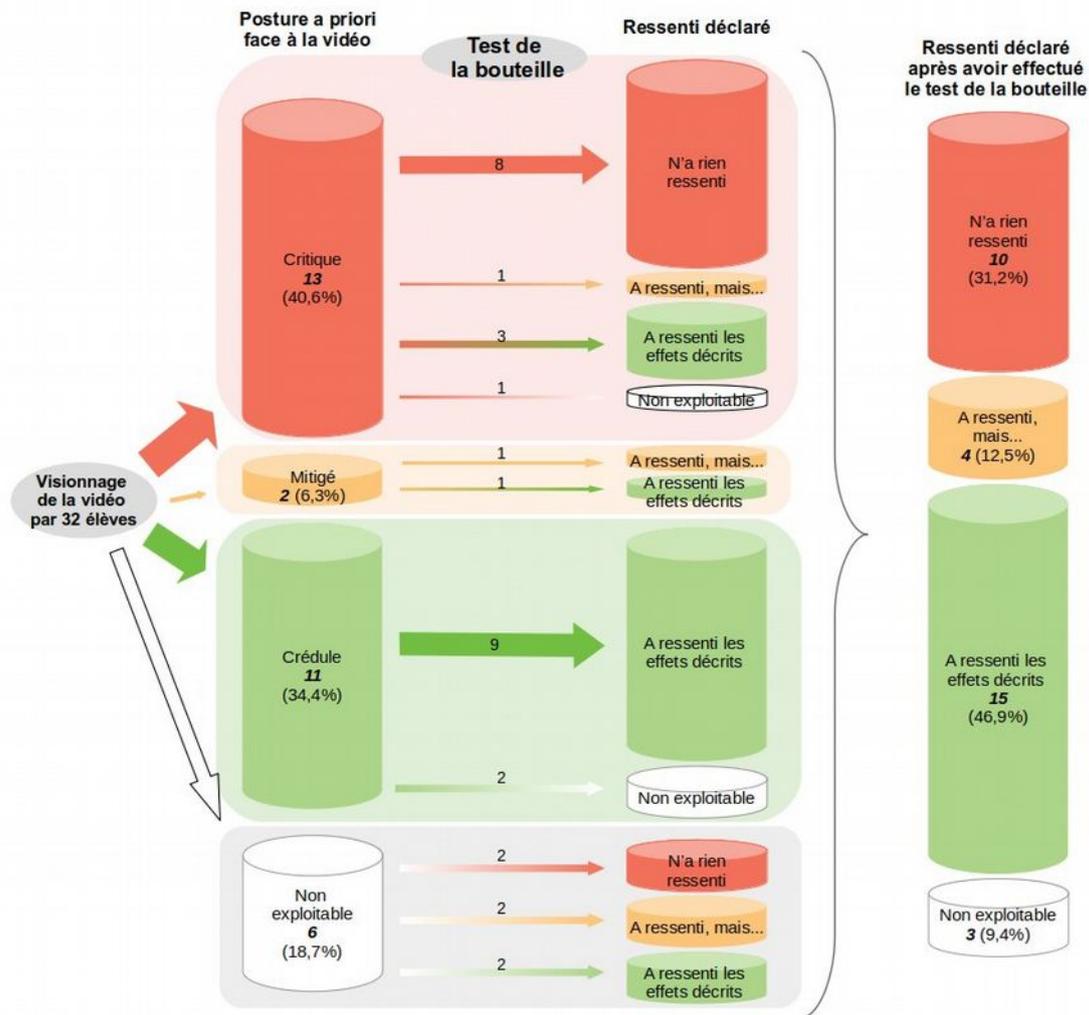


Figure 9 : Cheminement de la posture des élèves selon les résultats issus du questionnaire 2 (32 participants 6e2 et 6e4 confondues). Les chiffres en gras indiquent le nombre d'élèves pour chaque catégorie identifiée. La mention « non exploitable » s'applique pour une absence de réponse ou réponse hors sujet.

Il convient ici de préciser ce que l'on entend correspondre à chaque catégorie. Nous nous appuyerons pour cela sur des citations représentatives d'élèves, présentées dans le tableau suivant.

Tableau 2 : Exemples de citations d'élèves pour chaque catégorie de posture identifiée.

Catégorie	Citations d'élèves représentatives
Critique	<p>« Cette vidéo semble être une grosse arnaque »            « Comment faire pour ne pas rigoler ! »            « C'est un magnétiseur et non un scientifique »            « Il essaie de nous faire <b>croire</b>... » ; « on a du mal à <b>croire</b>... »            « J'y <b>crois</b> pas trop... on parle ici de ressenti »            « Je n'ai pas aimé cette vidéo parce que je ne <b>crois</b> pas en cette expérience »            « C'est peut-être un trucage ».</p>
Mitigé	<p>« La vidéo a l'air <b>crédible</b> mais ça ne marche pas forcément sur tout le monde »            « Au départ je n'y ai pas <b>cru</b> mais ensuite je me suis dit que puisqu'il y arrivait je pouvais y arriver ».</p>
Crédule	<p>« Cette vidéo était intéressante »            « Assez convainquant comme vidéo, et assez original »            « La vidéo est bien »            « On ressent que la bouteille a une grande énergie »            « J'ai ressenti tout ce que le monsieur a dit »            « Je pense que de ressentir l'énergie de notre bouteille d'eau est quelque chose de bien »            « C'est très bien expliqué ».</p>

Les parts « non exploitables » de données correspondent soit à une absence de réponse, soit à une réponse hors sujet.

On observe dans ces citations que le champ lexical de la croyance (souligné dans le tableau) est fréquemment employé par les élèves sceptiques, alors que les élèves crédules ont tendance à trouver que c'est « bien ».

### 4.3 Effets de la mise en œuvre de la démarche scientifique

La séance en classe virtuelle a permis dans un premier temps l'échange entre élèves sur les différents effets qu'ils ont pu ressentir. Dans un second temps, il s'agissait d'élaborer collectivement la démarche scientifique à mettre en œuvre pour valider ou invalider les hypothèses proposées (voir annexe 3 pour le contenu détaillé de la démarche élaborée). Douze élèves de 6e2 et quinze élèves de 6e4 ont participé à cette séance virtuelle. À la suite de cela, chacun devait effectuer les expériences à la maison puis présenter ses résultats et conclusion

comme demandé sur le document en annexe 3. La question finale à laquelle les élèves devaient répondre était : « *Que peut-on dire sur l'énergie présentée dans la vidéo ? S'agit-il d'une expérience scientifique ? Pourquoi ?* ». Seuls 24 élèves ont rendu un travail, parmi lesquels 12 sont considérés comme de bon niveau scolaire et 7 manifestent habituellement des difficultés. On ne peut que regretter et comprendre le désinvestissement progressif observé en cette période d'enseignement à distance, touchant principalement les plus jeunes élèves. Les différences d'effectif entre chaque étape constituent un biais dont il faudra tenir compte dans nos conclusions.

Des extraits de travaux d'élèves sont présentés dans l'annexe 5, reflétant la diversité de contenus et de formes rencontrés dans cet exercice.

Le diagramme de la figure 10 montre les effets de la mise en œuvre d'une démarche scientifique sur leur perception de la vidéo. La colonne de gauche reprend les ressentis déclarés à l'issue de la première expérimentation sur la bouteille d'eau pour les 24 élèves ayant rendu un travail. Les proportions de chaque catégorie sont sensiblement identiques à celle de la figure 9. Les flèches indiquent alors les différents types de conclusions auxquelles les élèves ont abouti à l'issue de leurs expérimentations dans une démarche scientifique.

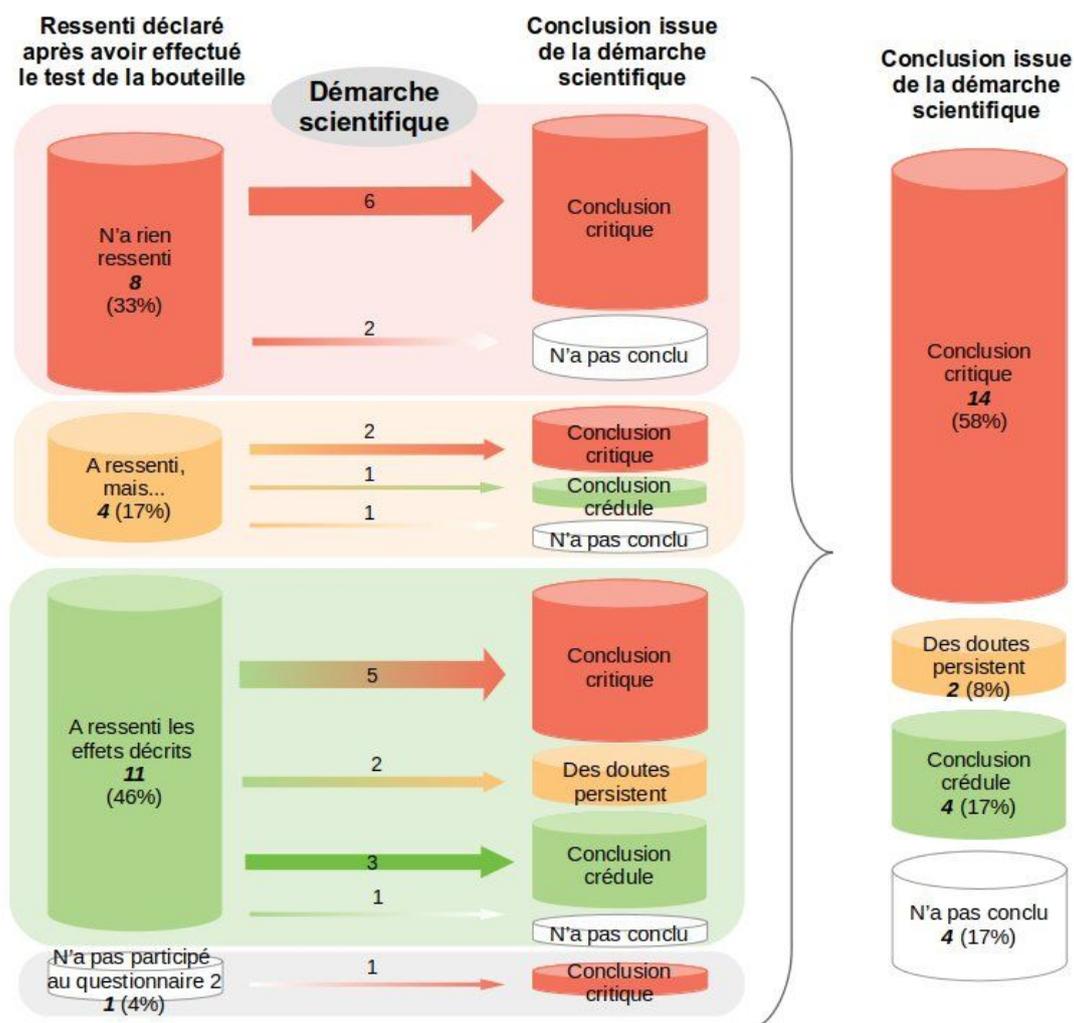


Figure 10 : Evolution des postures des élèves à propos de la vidéo pseudo-scientifique, après avoir mis en œuvre une démarche scientifique. 24 élèves participants sur les deux classes étudiées.

En premier lieu, nous observons que la démarche scientifique menée en autonomie par les élèves a permis à 58 % d'entre eux d'aboutir à des conclusions critiques vis à vis du propos de la vidéo. Parmi eux, cinq élèves avaient pourtant ressenti « l'énergie de l'eau » lors de leur premier test.

En second lieu, nous constatons que 4 élèves (17 % des participants à cette étape) ne sont pas parvenus à émettre de critique sur la fiabilité de l'expérience initialement montrée. Ces derniers sont restés convaincus de la possibilité de percevoir l'énergie de l'eau. Enfin, pour

deux élèves, la non scientificité de la vidéo est acquise, mais l'énergie de l'eau (ou d'autres objets) continue d'exister à leurs yeux.

A noter que deux élèves n'ont pas abouti à une conclusion en raison d'une opposition de leurs parents à ce qu'ils effectuent ces tests. Ils ont cependant rédigé une démarche scientifique solidement construite laissant présager de leur capacité à douter de la fiabilité de la vidéo.

Le tableau suivant vient préciser les contenus des conclusions apportées par les élèves en fonction de leur classement. Les citations représentatives sont directement tirées de leurs travaux.

*Tableau 3 : Exemples de citations d'élèves pour chaque catégorie de conclusion identifiée.*

Catégorie	Citations d'élèves représentatives
Critique	<p>« Il faut faire appel à ses croyances ou imagination pour ressentir. »</p> <p>« Ça n'est pas scientifique parce qu'on parle de ressenti. »</p> <p>« On peut expliquer les picotements par le fait que nous ayons le bras engourdi car resté trop longtemps en l'air. »</p> <p>« C'est notre cerveau qui nous trompe et nous fait ressentir une énergie qui n'existe pas. »</p> <p>« Ce n'est pas une expérience scientifique car pour moi les picotements et la chaleur proviennent juste de notre corps et non de l'eau ou de la bouteille. »</p>
Des doutes persistent	<p>« Je pense que ce n'est pas une expérience scientifique mais que c'est dans la tête et qu'on est tellement sûr qu'on va ressentir ce que les gens nous disent que l'on oublie complètement de se concentrer sur la phrase magique. On ne ressent pas forcément que l'énergie avec l'eau mais qu'on peut la ressentir avec d'autres liquides. »</p> <p>« Tous les objets ont une énergie différente. Chaque personne ressent l'énergie différemment. Ce n'est pas une expérience scientifique car les résultats dépendent de chacun au lieu de dépendre de mesures objectives. »</p>
Crédule	<p>« Nous pouvons ressentir l'eau d'une bouteille à main nue en étant concentré. »</p> <p>« Oui, l'énergie de la vidéo est scientifique car la personne qui la présente met toute son énergie dans l'expérience »</p>

Mettre en œuvre une démarche scientifique pour tenter de valider ou d'invalider l'explication donnée dans la vidéo a donc permis à une large majorité des élèves d'aboutir à une conclusion critique, mettant en cause la fiabilité de simples ressentis. Dix-huit élèves sur les 24 participants sont parvenus à identifier le caractère non scientifique de la vidéo. En revanche, pour quatre élèves l'objectif n'a clairement pas été atteint et deux ont rendu un travail trop incomplet pour pouvoir conclure sur leur posture.

#### 4.4 Réinvestissement : distinction entre sciences et pseudo-sciences

Afin de finaliser et d'ancrer dans les esprits des élèves le message à retenir de cette séquence, une synthèse du travail réalisé et des conclusions à tirer leur a été envoyée (voir annexe 4). Il était ensuite demandé aux élèves de bien lire le document, puis de rechercher un exemple de situation qui ressemble à de la science, mais qui n'est pas de la science. Les élèves avaient le choix d'utiliser une page du site de l'Afis ou leurs propres connaissances.

Au total, 23 élèves ont participé à cette étape, mais certains n'avaient pas produit de travaux sur leur démarche scientifique (étape précédente). Le tableau suivant résume les effectifs des participants aux différentes étapes.

Tableau 4 : Effectifs des élèves participants aux différentes étapes de l'expérimentation.

	Nombre d'élèves ayant répondu au questionnaire 2	Nombre d'élèves ayant rendu un travail sur la démarche scientifique	Nombre d'élèves ayant proposé un exemple de pseudo-sciences	Nombre d'élèves ayant participé à l'ensemble de l'expérimentation
<b>6e2</b>	16	14	12	11
<b>6e4</b>	16	10	11	9
<b>Total</b>	32	24	23	20

Les sujets proposés par les élèves sont très variés, allant de l'influence de la pleine Lune à l'affaire Roswell, et bien justifiés pour la quasi-totalité. Des extraits de leurs travaux ainsi qu'un tableau récapitulatif des sujets proposés par les élèves sont présentés en annexe 6. Certains travaux dénotent par leur qualité et leur pertinence, en allant jusqu'à tester eux-même une pratique pseudo-scientifique, ou en proposant des arguments basés sur des données chiffrées et sourcées. Six élèves ont proposé une démarche scientifique complète, alors qu'elle n'était pas explicitement demandée, et deux seulement ont cité leurs sources (cet aspect n'était pas non plus exigé).

La figure 11 résume les catégories de sujets proposés par les élèves selon leur pertinence. Sont considérés comme sujets pertinents ceux qui sont reconnus comme relevant des pseudo-sciences (Terre plate, médecine alternative, etc.). Treize élèves montrent ainsi qu'ils ont perçu certaines subtilités propres aux sciences et qu'ils sont capables de citer d'un œil critique des exemples qui n'en sont pas. Les sujets discutables sont ceux qui ne relèvent pas directement des pseudo-sciences, mais qui présentent un aspect effectivement discutable d'un point de vue scientifique (mentalistes, alchimie, chance, etc.). L'affaire Roswell est également classée dans cette catégorie car l'élève apporte une justification complotiste, ce qui nécessite d'être

discuté. Huit élèves sont concernés par cette catégorie. Enfin, seuls deux élèves semblent ne pas avoir saisi la nuance entre science et pseudo-science, puisqu'ils ont proposé « la cuisine » et « l'indépendance des chats » comme exemple de cette dernière.

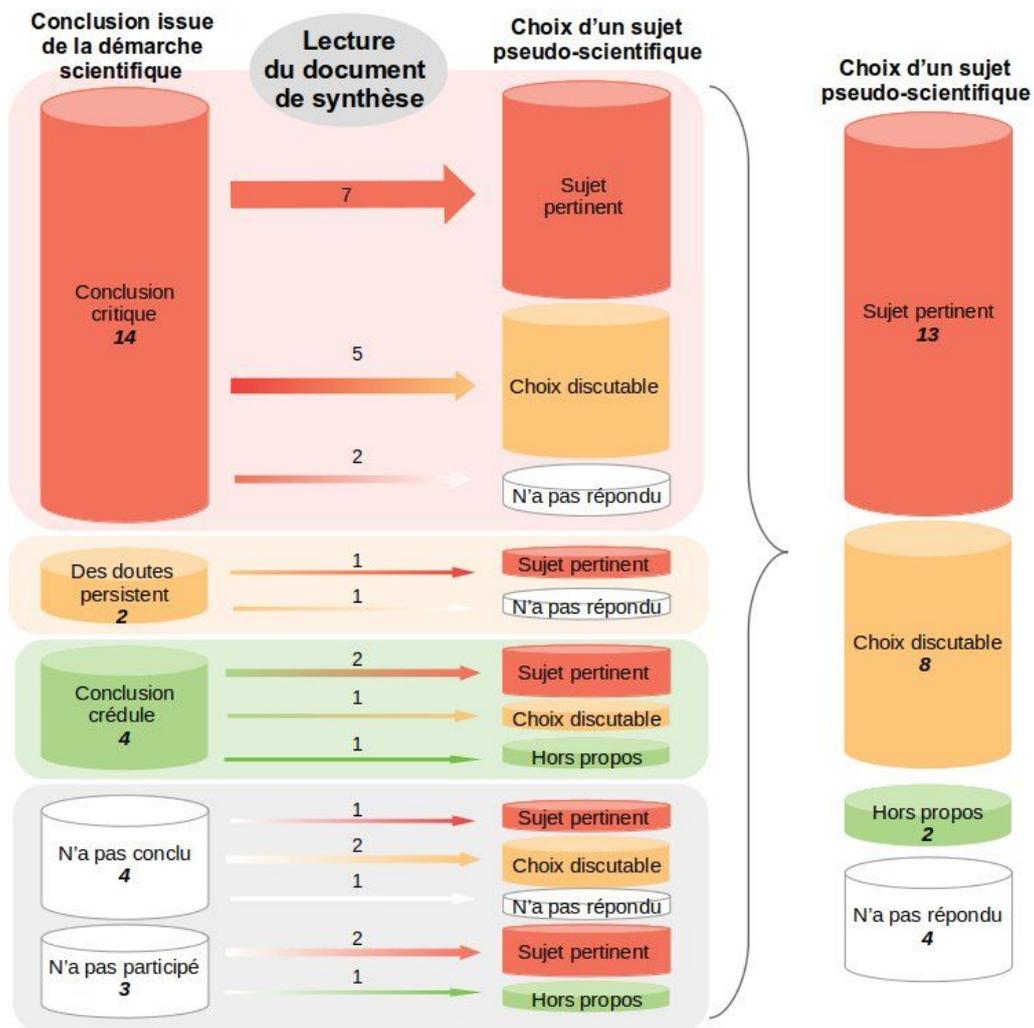


Figure 11 : Postures des élèves à la suite de leur démarche scientifique, puis dans leurs propositions de situations pseudo-scientifiques. 23 élèves participants.

## **5 Discussion**

### **5.1 Re-contextualisation**

Dans cette étude, nous avons cherché à évaluer les apports de la démarche scientifique pour la construction d'une pensée critique en travaillant sur le thème de l'énergie et ses possibles dérives pseudo-scientifiques. Pour cela, dans le contexte d'un enseignement à distance, nous avons confronté les élèves à une situation fallacieuse puis nous leur avons fait élaborer une démarche scientifique leur permettant d'évaluer la qualité scientifique ou non de la situation. Nous avons analysé les cheminements des élèves dans leur perception du contenu pseudo-scientifique, puis nous avons évalué leur capacité à identifier, proposer et expliquer des situations analogues. L'hypothèse principale de notre démarche était que la mise en œuvre d'une démarche scientifique allait permettre aux élèves de discerner entre sciences et pseudo-sciences.

### **5.2 Posture des collégiens face aux contenus pseudo-scientifiques**

Dans la première étape de notre recherche, nous avons pu constater un écart significatif entre la première conception des élèves de l'énergie et leur perception scientifique d'une vidéo où le terme « énergie » était utilisé dans un sens pseudo-scientifique. En d'autres termes, si leur définition initiale de l'énergie se rapproche du sens scientifique (voir utilitaire, selon les définitions donnée dans l'annexe 1) pour la quasi-totalité d'entre eux, cela ne les empêche pas, pour une large majorité, de considérer que la vidéo parlant « d'aura » revêt un caractère scientifique.

Cela s'explique principalement par l'aspect expérimental du contenu de la vidéo, puisqu'aux yeux d'élèves de 6<sup>e</sup>, science et expérience sont intimement liées. Ils n'ont alors pas pleinement conscience qu'une expérience peut être fausse, ou qu'un adulte n'a pas forcément « raison ». Cela fait alors écho à différents points que nous avons énoncés dans l'état de l'art, à savoir que les jeunes élèves ont tendance à considérer la parole des adultes et des médias comme systématiquement vraie (De Vecchi, 2017), et que l'argument d'autorité pèse lourd dans leur jugement. Sur ce dernier point, souvenons-nous que le protagoniste de la vidéo était incarné par un homme d'âge mûr, mis en scène dans une bibliothèque, lui conférant une posture de sachant.

Cependant, il nous faut également considérer qu'une part non négligeable d'élèves adopte une posture critique dès leur premier visionnage. Il nous est difficile ici de déterminer la part de l'influence familiale dans ces résultats, puisque la vidéo a été visionnée à domicile, mais force est de constater que l'esprit critique est déjà présent chez certains élèves. Ainsi, notre première hypothèse supposant une crédulité naturelle des élèves ne peut être que partiellement validée, en constatant une certaine diversité de postures d'appréciation vis à vis du magnétiseur. En effet, il est raisonnable de supposer que le milieu familial des élèves influe sur leur capacité à être critique. Si l'entourage adopte lui-même cette posture, il y a de grandes chances pour que l'enfant l'adopte à son tour.

### **5.3 Les apports de la démarche scientifique**

Dans nos résultats de la partie 4.3, il apparaît que la mise en œuvre de la démarche scientifique a permis à environ 20 % des élèves de passer d'une posture crédule à critique. Cette donnée montre l'efficacité directe de l'enseignement mené, en permettant à l'élève d'aboutir à une conclusion critique sur la vidéo alors qu'il était au départ convaincu par ses propres ressentis. Pour ceux-là, la démarche scientifique s'est avérée constructive en tant que véritable aide au discernement. Pour ceux dont la posture était déjà critique a priori, élaborer une démarche scientifique leur a permis de construire une argumentation et d'être capable d'expliquer pourquoi il ne s'agit pas de science.

Cependant, on a pu observer chez quelques élèves que le fait d'être sur une posture critique solide en amont ne favorise pas forcément la rigueur scientifique. Ainsi, un élève convaincu que l'expérience de la bouteille d'eau ne marche pas peut avoir tendance à ne pas chercher à le démontrer par l'expérience, et se contenter de confirmer ce qu'il pense.

Par ailleurs, pour quelques élèves, le propos de la séquence semble ne pas avoir été saisi puisqu'ils restent convaincus que l'expérience de la vidéo fonctionne et a une valeur scientifique. Pour un élève, il semblerait que l'impact de la vidéo ait été fort. Il a mis en œuvre une démarche scientifique très bien menée, mais le choix de ses expériences l'a conduit à conclure en faveur du ressenti de l'énergie. Pour deux autres élèves, on constate une grande difficulté à prendre du recul et à saisir les subtilités des interprétations des expériences.

En réponse à notre deuxième hypothèse, ces résultats nous conduisent à confirmer l'utilité de la démarche scientifique pour permettre aux élèves d'étayer leurs jugements mais ils montrent aussi qu'elle n'est pas encore totalement maîtrisée par l'ensemble des élèves.

Soulignons également que dans ce cadre, la démarche scientifique mise en œuvre se rapproche de la méthode proposée par J.Y. Cariou (Cariou, 2009) (voir paragraphe 2.3.3) puisque l'on a souhaité laisser aux élèves une certaine liberté sur le choix des tests à réaliser, de pouvoir tâtonner. Ainsi, les tests proposés ont été multiples et ont abouti à des conclusions diverses.

#### **5.4 Généralisation des nouveaux acquis**

Cette dernière phase nous a permis de mettre en lumière les acquis des élèves concernant leur esprit critique vis à vis des pseudo-sciences. En proposant par eux-mêmes des situations qu'ils ne trouvent pas crédible d'un point de vue scientifique, les élèves montrent qu'ils sont capables de poser certaines limites à la science.

Dans certains cas, nous avons pu constater que reconnaître la non scientificité d'une situation ne signifie pas forcément admettre qu'elle est fausse. Par exemple, l'élève qui parle des coupeurs de feu explique simplement qu'il s'agit d'un don et non de science car ces personnes n'ont pas étudié la médecine, et que recourir à ces soins apaisants ne dispense pas des mesures médicales nécessaires. Dans ce cas, l'objectif de distinction entre science et pseudo-science est tout de même atteint, puisqu'il ne s'agit pas de délégitimer d'éventuelles croyances, mais de savoir discerner ce qui relève de la croyance ou de la connaissance. Ainsi, l'élève considère que couper le feu est un don inexplicable auquel il semble croire, mais ne lui reconnaît pas de dimension scientifique.

Parmi les situations considérées comme discutables, on remarque que certains élèves ont fait un lien direct avec la fiabilité fragile de nos sens, comme elle avait été invoquée pour expliquer les ressentis avec la bouteille d'eau. L'illusion d'optique ou les pouvoirs de manipulation des mentalistes sont ainsi évoqués à ce titre. Le message reçu par ces élèves est donc que ça n'est pas parce que l'on voit ou ressent que l'on doit croire. Ce qui était en substance la conclusion issue de la démarche scientifique.

Revenons maintenant sur les attitudes caractéristiques de l'esprit critique décrites par G. De Vecchi (De Vecchi, 2017) et énoncées dans le paragraphe 2.2.1. Nous pouvons alors les comparer à celles constatées chez les élèves au cours de cette expérimentation :

Tableau 5 : Attitudes observées chez les élèves en regard de celles attendues pour un esprit critique.

Attitudes de référence	Attitudes observées
Être curieux et ouvert au monde	La diversité des recherches effectuées par les élèves reflète leur ouverture et curiosité.
Accepter l'erreur	Non observé.
Considérer la critique comme une action constructive	Non observé.
Donner de l'importance à l'argumentation	L'argumentation de leurs affirmations était construite et au centre de leurs travaux, tant à travers la démarche scientifique que dans leurs exemples de situations pseudo-scientifiques.
Savoir confronter ses opinions	Il a été difficile d'observer cette attitude dans un contexte de travail à distance, mais elle aurait certainement été palpable en présentiel, au vu de leurs postures divergentes face à l'expérience de la bouteille d'eau. De même, des échanges sur leurs recherches de situations pseudo-scientifiques auraient probablement conduit à quelques confrontations.
Passer à l'action	Proposer des démarches scientifiques et rechercher des explications participe directement d'un passage à l'action.

Ainsi, trois des six attitudes critiques ont pu être développées chez les élèves. Notons que pour les deux élèves n'ayant pas compris l'objectif de cette séquence, une confrontation de leurs opinions avec celles de leurs camarades aurait probablement été bénéfique.

Il semble donc raisonnable de considérer que ce premier entraînement à la pensée critique a permis à une majorité d'élèves de mieux appréhender certaines situations abusivement interprétées comme scientifiques. Nous pouvons alors valider notre troisième hypothèse.

## 5.5 Limites et perspectives

Les premières limites de l'expérimentation menée dans cette étude sont liées aux conditions d'enseignement à distance, desquelles découlent deux biais principaux :

- le nombre fluctuant de participants, qui ne permet pas un suivi clair des évolutions des élèves. De plus, bien que de niveaux hétérogènes, ce sont probablement les élèves les plus impliqués et motivés qui participent.
- l'influence du cadre familial dans les réponses.

Cette limite peut aussi être considérée comme un avantage pour le recueil des données du questionnaire 2, puisque les élèves peuvent difficilement s'influencer entre eux. Ainsi, nous obtenons une bonne vision de comment les élèves perçoivent la vidéo étudiée et de leurs ressentis lors de la première expérience. Les conditions particulières d'enseignement ont

également permis d'étaler cette séquence dans le temps et de laisser le temps aux élèves pour élaborer et personnaliser leurs travaux. Ils ont également pu effectuer leurs propres recherches. Enfin, l'enseignement à distance rend plus complexe la différenciation à apporter selon les degrés d'autonomie acquis par les élèves. Ceux pour qui la compréhension écrite est difficile auraient probablement bénéficié d'explications en direct, adaptées aux questionnements qu'ils n'ont pas pu formuler. Dans une certaine mesure, la classe virtuelle a permis de répondre à ce besoin, mais sur un créneau réduit.

En ce qui concerne les deux élèves n'ayant pas atteint l'objectif de la séquence, on peut évoquer l'effet boomerang, qui est le risque de renforcer les croyances d'un individu en le confrontant à une contestation argumentée. Ce risque est d'autant plus élevé que les élèves regardent la vidéo seuls chez eux, hors du cadre « contrôlé » de la classe, ce qui ne permet pas de s'assurer de la bonne compréhension du message de l'enseignante.

Enfin, cette expérimentation a pu par moment, et on peut le comprendre, éveiller la crainte de certains parents. Si seulement deux parents m'ont fait des retours directs expliquant qu'ils ne souhaitaient pas que leur enfant fasse des expériences de magnétiseur, on peut suspecter que d'autres parents aient pu avoir des réticences vis à vis de ce travail. En conséquence, on peut se demander si cela expliquerait la réduction du nombre d'élèves participants à partir de la deuxième étape. Je souligne cependant que les échanges avec les deux parents en question ont été très constructifs, puisque les parents se sont montrés très compréhensifs et encourageants envers ma démarche dont ils comprenaient le sens.

Une des suites à donner à cette étude serait d'approfondir certains des sujets pseudo-scientifiques proposés par les élèves, afin de mutualiser leurs recherches et d'identifier quelques sources fiables.

Il serait bien sûr intéressant d'étendre la réflexion à d'autres thèmes du programme tout au long de l'année, comme par exemple la Terre et le Système solaire. On pourrait imaginer partir de l'étude de fausses théories ou de théories anciennes (géocentrisme, platonisme, etc.) et de rechercher comment elles se sont construites et pourquoi on sait aujourd'hui qu'elles ne tiennent pas debout. Cela serait également l'occasion d'y apporter des notions d'histoire des sciences, qui constitue un excellent moyen de comprendre comment sont édifiés les savoirs et pourquoi la théorie actuelle est admise au consensus scientifique. Cette extension à d'autres activités se justifie d'autant plus qu'un esprit critique s'exerce grâce à une pratique régulière.

Enfin, on pourrait s'attendre à ce que cette mise en pratique de l'esprit critique vienne également contribuer à donner du sens à la fonction de la démarche scientifique. Il serait donc intéressant d'étudier si les élèves utilisent plus spontanément la démarche scientifique pour répondre à certaines questions nécessitant argumentation et discernement.

Cette étude a été pour moi l'occasion d'expérimenter une approche peu conventionnelle de l'enseignement de la physique chimie, et de me sentir légitime de le faire. Au cours de l'expérimentation, j'ai été tout autant surprise par la malléabilité de certains élèves que par le scepticisme des autres. En recevant leurs travaux, j'ai pu constater leur capacité à évoluer ainsi que l'impact notable des apports de cette séquence. Je considère plus que jamais qu'enseigner l'esprit critique à travers les sciences n'est pas un gadget chronophage mais un véritable levier d'éducation à la citoyenneté, comme cela est décrit dans la première des compétences communes à tous les professeurs. Apprendre aux élèves dès le plus jeune âge à se prémunir des fausses informations et du charlatanisme de manière générale est un investissement pour leur avenir et pour celui de notre société. Ainsi, j'envisage de donner une importance significative à l'esprit critique dans la construction de mes futures progressions.

## **6 Conclusion**

L'étude menée dans ce mémoire a permis de montrer le rôle joué par la démarche scientifique pour accompagner les élèves dans une posture critique. Alors que leur première réaction face à une vidéo d'un magnétiseur était, pour une majorité d'entre eux, qualifiable de crédule, ils se sont ensuite montrés capables d'identifier d'autres situations à caractère pseudo-scientifique et de les argumenter. Nous avons également pu apprécier l'attitude critique de certains élèves dès le début de l'expérimentation. Pour ceux-là, la démarche scientifique s'est avérée un outil constructif pour étayer leur argumentation. Des limites ont cependant été rencontrées pour quelques élèves n'ayant pas saisi le message final de cette séquence. Finalement, nous retiendrons qu'enseigner l'esprit critique à travers les sciences dès la sixième est une pratique aussi enrichissante qu'indispensable.

## Bibliographie

- Astolfi, J.-P., Giordan, A., Gohau, G., Host, V., Martinaud, J.-L., Rumelhard, G., & Zadounaïsky, G. (1978). 1—OHERIC ne répond plus ? Le naufrage de l'éducation scientifique ? In *Quelle éducation scientifique pour quelle société ?* (p. 7-18). Presses Universitaires de France; Cairn.info. <https://www.cairn.info/quelle-education-scientifique-pour-quelle-societe--9782130356417-p-7.htm>
- Attali, G., Bidar, A., Caroti, D., & Coutouly, R. (2019). *Esprit critique—Outils et méthodes pour le second degré* (Canopé éditions).
- Boisvert, J. (1996). Développer la pensée critique au collégial. *Pédagogie collégiale*, 10(2), 5.
- Boisvert, J. (1999). *La formation de la pensée critique. Théorie et pratique* (Editions De Boeck Université).
- Bronner, G. (2013). *La démocratie des crédules* (Puf).
- Cariou, J.-Y. (2009). *Former l'esprit scientifique en privilégiant l'initiative des élèves dans une démarche s'appuyant sur l'épistémologie et l'histoire des sciences* [Université de Genève]. tel-00521174.
- Chenevez, O. (2000). Ce n'est pas en critiquant qu'on devient esprit critique. *Les Cahiers pédagogiques*, 386.
- CorteX. (2010). *Collectif de Recherche Transdisciplinaire Esprit Critique & Sciences – Le CorteX*. <https://cortecs.org/>
- De Vecchi, G. (2016). *Former l'esprit critique Tome 2. A travers les disciplines* (ESF Sciences Humaines).
- De Vecchi, G. (2017). *Former l'esprit critique Tome 1. Pour une pensée libre* (ESF Sciences Humaines).
- De Vecchi, G. (2019). Capable à tout âge. *Les Cahiers pédagogiques*, 550, 12-13.
- Ecole Normale Supérieure. (2018, octobre). *Exposition sur la démarche scientifique*. Fête de la Science, Paris. <https://www.phys.ens.fr/IMG/pdf/6.pdf>
- Eduscol. (2018, janvier). *Éducation aux médias et à l'information—Former l'esprit critique des élèves—Éduscol*. Eduscol. <https://eduscol.education.fr/cid107295/former-l-esprit-critique-des-eleves.html#lien3>

- Farina, M., Pasquinelli, E., & Zimmermann, G. (2018). *Esprit scientifique, esprit critique : Un projet pédagogique pour la classe* (Le Pommier).
- Giordan, A. (1978). *Une pédagogie pour les sciences expérimentales* (Le Centurion).
- Hervé, N., Venturini, P., & Albe, V. (2014). La construction du concept d'énergie en cours de physique : Analyse d'une pratique ordinaire d'enseignement. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 10, 123-151. <https://doi.org/10.4000/rdst.942>
- Houdé, O. (2019). *Apprendre à résister* (Le Pommier).
- Jeanneney, J.-N. (2017, avril 1). L'histoire vraie des fausses nouvelles (Concordance des temps). In *France Culture*. <https://www.franceculture.fr/emissions/concordance-des-temps/lhistoire-vraie-des-fausses-nouvelles>
- Kahneman, D. (2012). *Système 1 / Système 2 : Les deux vitesses de la pensée* (Flammarion).
- La Tronche en Biais. (2019, septembre 29). *La Mémoire de l'Eau—L'affaire Benveniste* (Vol. 1). <https://www.youtube.com/watch?v=H9O-XS6tqEY>
- Ministère de la Culture. (2018, juillet 27). *Les jeunes et l'information : Une étude du ministère de la Culture vient éclairer les comportements des jeunes en matière d'accès à l'information*. <https://www.culture.gouv.fr/Presse/Communiqués-de-presse/Les-jeunes-et-l-information-une-etude-du-ministere-de-la-Culture-vient-eclairer-les-comportements-des-jeunes-en-matiere-d-acces-a-l-information>
- Monvoisin, R. (2007). *Pour une didactique de l'esprit critique—Zététique et utilisation des interstices pseudoscientifiques dans les médias* [Université Joseph-Fourier Grenoble I]. tel-00207746.
- Pereira, I. (2016, juin 10). Développer l'esprit critique : Un enjeu à l'ère du numérique. *Le Courrier*. <https://lecourrier.ch/2016/06/10/developper-lesprit-critique-un-enjeu-a-leredunumerique/>
- Weck, A. de. (2009, juillet 21). *Jacques Benveniste et la mémoire de l'eau : Quelques souvenirs personnels / Afis Science - Association française pour l'information scientifique*. Afis Science - Association française pour l'information scientifique. <https://www.afis.org/Jacques-Benveniste-et-la-memoire-de-l-eau-quelques-souvenirs-personnels>

# Tables des annexes

<b>Annexe 1 : Extrait d'une activité esprit critique élaborée par le Cortecs.....</b>	<b>2</b>
<b>Annexe 2 : Consignes et énoncés donnés au élèves.....</b>	<b>3</b>
<b>Annexe 3 : Synthèse de la classe virtuelle menant aux consignes pour la démarche scientifique.....</b>	<b>4</b>
<b>Annexe 4 : Synthèse diffusée aux élèves à la suite de leur démarche scientifique.....</b>	<b>5</b>
<b>Annexe 5 : Extraits de travaux d'élèves : la démarche scientifique.....</b>	<b>6</b>
<b>Annexe 6 : Extraits de travaux d'élèves : exemples de pseudo-sciences.....</b>	<b>8</b>

## Annexe 1 : Extrait d'une activité esprit critique élaborée par le Cortecs

1 <sup>re</sup> S Physique 1	Les différents sens du mot « énergie »	AC
---------------------------------	--	----

### 1 : sens scientifique (qualitatif et quantitatif)

L'énergie est un nombre attribué à un système, qui représente la somme des différentes formes d'énergie stockées par un système : énergie cinétique, thermique... Au sens 1, l'énergie n'est pas matérielle, mais elle se mesure quand même. Son unité est le joule (J). On ne peut pas créer de l'énergie, on ne peut que la transférer d'un système vers un autre système ou, au sein d'un même système, d'une forme à une autre.

### 2 : sens utilitaire (qualitatif et quantitatif)

Il s'agit de matière (pétrole, charbon, uranium, eau, nourriture...) dont on peut extraire de l'énergie au sens 1 pour la transférer à un autre système. Au sens 2, l'énergie est matérielle et elle est souvent mesurée en tonne équivalent-pétrole (1 tep = 42 GJ) pour l'industrie ou en calories (1 cal = 4,2 J) pour la nourriture.

### 3 : sens commun (qualitatif)

L'énergie est relative à l'état de forme physique ou psychique d'un être vivant. L'énergie au sens 3 n'est pas matérielle. Elle ne se mesure pas.

### 4 : sens pseudo-scientifique (qualitatif)

L'énergie décrit l'état d'une personne, d'un objet ou d'un lieu en rapport avec un agrément de vie (notion de « bonne » ou « mauvaise » énergie...). L'énergie au sens 4 n'est pas matérielle. Elle ne se mesure pas.

## Annexe 2 : Consignes et énoncés donnés au élèves

### → Contenus des questionnaires diffusés via la plateforme Quizinière

#### Questionnaire 1 :

Tu dois répondre aux questions suivantes sans demander d'aide (tes réponses ne seront pas évaluées, l'important est que tu donnes tes propres réponses).

- 1) Écris trois mots auxquels tu penses lorsqu'on te parle d'*énergie* :
- 2) Si possible, précise d'où proviennent ces mots ? Où les as-tu entendu ?
- 3) Quels sont les endroits où il y a de l'*énergie* ici, autour de toi et chez toi ?
- 4) Clique sur le lien suivant et partage avec tes camarades **ce que veut dire le mot énergie selon toi**.  
<https://pad.picasoft.net/p/Energie-6e>

Tu peux écrire si tu n'es pas d'accord avec ce qu'a écrit quelqu'un, ou au contraire si tu es d'accord. Tu peux compléter ce qui a déjà été écrit. Mais **tu ne peux jamais effacer ce qui a été écrit par d'autres**.

#### Questionnaire 2 :

**AVERTISSEMENT** : Tu dois réaliser cette activité jusqu'au bout et en une seule fois.

A] Regarde la vidéo et donne ton opinion sur les affirmations suivantes :

	D'accord	Plutôt d'accord	Plutôt pas d'accord	Pas d'accord
1) La vidéo montre une expérience scientifique.				
2) La vidéo me semble convaincante.				
3) L'expérience proposée respecte une démarche scientifique.				
4) L'interprétation de l'expérience est crédible.				
5) Un vocabulaire scientifique est utilisé.				

6) Quels commentaires peux-tu faire sur cette vidéo ? Qu'en as-tu pensé ?

7) Dans la vidéo, la personne parle d'*énergie*. Cela correspond-il au sens que tu as donné à l'énergie ? Explique ta réponse. (Tu peux revoir la vidéo si besoin).

B] Dans cette deuxième phase tu vas toi-même expérimenter ce qui est montré dans la vidéo. Pour cela, trouve une bouteille chez toi et réalise l'expérience proposée dans la vidéo.

As-tu ressenti les effets décrits dans la vidéo ? Explique ta réponse.

Quelle(s) question(s) te poses-tu ?

### → Travail de réinvestissement :

**Consigne** : Recherchez un exemple de situation qui ressemble à de la science, mais qui n'est pas de la science.

Vous devez décrire de quoi il s'agit et expliquer pourquoi on peut dire que ça n'est pas de la science (preuves, type d'expériences, etc). Vous pouvez vous inspirer de vos connaissances et/ou d'internet. Je vous recommande ce site : <https://www.pseudo-sciences.org/-Sornettes-sur-Internet->

Voici quelques pistes de thèmes pour vous guider :

- nos connaissances sur l'Univers : formes de vie dans l'Univers, exploration de la Lune, forme de la Terre
- les exploits du corps humains
- les remèdes miracles
- lire l'avenir
- ...

## Annexe 3 : Synthèse de la classe virtuelle menant aux consignes pour la démarche scientifique

### Mener une démarche scientifique : De l'énergie en bouteille ?

#### 1) Résumé de la classe virtuelle :

Chez vous, vous avez pu tester si, comme dans la vidéo, vous pouviez ressentir l'énergie de la bouteille d'eau. Un certain nombre d'entre vous disent l'avoir ressenti (chaleur, picotements...). Mais d'autres n'ont rien senti du tout !

Il faut donc mettre en œuvre une **démarche scientifique** pour démêler tout cela ! (pour rappel, voir votre fiche méthode dans vos classeurs)

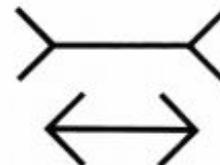
En tant que scientifiques, nous avons déterminé ensemble une **question scientifique** à laquelle nous essaierons de répondre :

*Est-il possible de ressentir l'énergie d'une bouteille d'eau ?*

Nous avons alors discuté la fiabilité de nos sens (vue, ouïe, toucher...). Peut-on faire confiance à nos ressentis ?

Nous avons pris l'exemple des illusions d'optique : notre cerveau interprète les informations transmises par nos yeux, et nous donne des informations fausses !

Exemple : sur l'image ci-contre, nous avons l'impression que le trait de la flèche du bas est plus court que celui de la flèche du haut. Or il l'est exactement la même taille !



Voici les **hypothèses** qui ont été proposées pour répondre à la **question scientifique** :

- C'est notre cerveau qui nous pousse à ressentir, notre imagination.
- Il faut être concentré pour ressentir.

Voici les **expériences** qui ont été proposées :

- Faire le test en mettant l'eau dans un autre récipient.
- Faire le test en portant des gants.
- Faire le test avec d'autres substances que l'eau (ex : lait, huile, vinaigre) ou même avec une bouteille vide.
- Faire faire le test à une personne qui n'a pas vu la vidéo, sans lui dire ce qu'il faut ressentir.
- Faire le test en mettant un bandeau sur ses yeux et demander à quelqu'un de placer devant nous soit une bouteille d'eau, soit une bouteille vide, soit un autre récipient, soit rien du tout... (= test à l'aveugle).
- Faire croire à la personne qui teste qu'il va se passer autre chose lorsqu'il ressentira l'énergie de l'eau (par exemple : il va ressentir des frissons dans le dos, ou des picotements dans les pieds...)

#### 2) A vous de jouer !

**a)** Vous allez réaliser chez vous les expériences qui ont été proposées. Vous n'êtes pas obligés de toutes les faire, mais testez-en plusieurs ! Vous pouvez demander de l'aide aux personnes autour de vous (frères, sœurs, parents, etc) pour jouer les cobayes de vos expériences ! Soyez rigoureux !

**b)** Vous devrez présenter **vos résultats** sous forme de schémas, de photos, de textes, etc. sur feuille ou document informatique.

**c)** Il faudra bien sûr **interpréter** les expériences pour répondre à la question scientifique.

**d)** Pour finir, vous devrez rédiger une **conclusion** : que peut-on dire sur l'énergie présentée dans la vidéo ? S'agit-il d'une expérience scientifique ? Pourquoi ?

## Annexe 4 : Synthèse diffusée aux élèves à la suite de leur démarche scientifique

### Exercer son esprit critique : De l'énergie en bouteille ? Suite et fin.

#### 1) Rappel des faits :

→ **Définition de l'énergie** : Vous avez donné vos définitions de l'énergie. Vous avez parlé de : électricité, énergie renouvelable, énergie nucléaire, énergie hydraulique, puissance, lumière, chaleur, éoliennes, etc. Et vous aviez plutôt raison puisqu'en physique, **l'énergie est la capacité à produire des actions (un mouvement, de la lumière, ou de la chaleur)**.

→ **Une situation particulière** : Je vous ai montré une **vidéo** présentant un test pour « ressentir » l'énergie d'une bouteille d'eau. Vous avez tous dit (ou presque) que cela ne correspondait pas à votre définition de l'énergie.



*Certains d'entre vous, bien malins, ont repéré qu'il s'agissait d'un magnétiseur et non d'un scientifique ! Bien vu !*

Vous avez ensuite fait le test chez vous : certains ont « senti » des effets (picotements, chaleur), d'autres n'ont rien senti.

→ **La démarche scientifique** : Nous avons alors élaboré ensemble de nouveaux **protocoles** permettant de **tester scientifiquement** ce que nous montre la vidéo.

Vous avez réalisé les expériences chez vous. Encore une fois, vos résultats sont très différents les uns des autres car certains ont pu réaliser des expériences rigoureuses et d'autres moins... Mais **beaucoup d'entre vous ont constaté que les ressentis ne sont pas liés à la bouteille d'eau**.

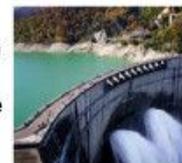
Dans tous les cas nous devons refaire quelques tests en classe dans un cadre strictement scientifique afin que tout le monde soit d'accord !

*Remarque : lors d'un test à l'aveugle, le testeur doit avoir les yeux bandés mais surtout, il ne doit pas savoir quel objet est devant lui (on peut soit lui mettre ou bouteille d'eau, soit une bouteille vide, soit rien du tout !).*

#### 2) Ce que dit la science :

L'eau **en mouvement** permet d'obtenir de l'énergie, c'est ce qu'on appelle l'énergie hydraulique (dans les barrages par exemple, c'est la chute de l'eau qui produit de l'énergie).

**Mais l'eau dans une bouteille n'est pas en mouvement ! Elle ne produit donc aucune énergie.**



#### Interprétation des ressentis :

Certains d'entre vous avaient fait l'hypothèse que « c'est notre cerveau qui nous fait croire ». Et certains d'entre vous ont pu valider cette hypothèse (bravo !).

Et oui ! Notre cerveau est farceur ! Nous l'avons constaté avec les illusions d'optique par exemple.

**Le fait de savoir à l'avance ce que l'on doit ressentir nous pousse à le ressentir.** Mais si on ne sait pas (par exemple si on a les yeux bandés on qu'on ne sait pas s'il y a une bouteille devant nous ou pas), alors il est beaucoup plus difficile de ressentir...

#### 3) Conclusion : *Est-il possible de ressentir l'énergie d'une bouteille d'eau ?*

Lorsque nous nous concentrons sur une partie de notre corps, il est possible de ressentir des picotements, de la chaleur. Mais ces sensations ne proviennent pas de la bouteille ! C'est une histoire entre notre corps et notre cerveau !

Ainsi, **la vidéo n'a rien de scientifique !** Il s'agit d'une personne qui nous parle de ressentis que l'on ne peut pas mesurer ni prouver scientifiquement. En revanche, on peut prouver scientifiquement que ces ressentis ne sont pas liés à la bouteille d'eau.

De plus, la personne nous parle d'énergie, mais sa définition ne correspond pas à celle que l'on connaît en sciences.



#### 4) A retenir :

Les informations que l'on rencontre (vidéos, articles, sites web...) ne sont pas toujours vraies, même si c'est un adulte qui vous en parle (par exemple votre prof de physique chimie !). Parfois ça ressemble à de la science, mais ça n'est pas de la science.

Tout d'abord, cherchez à savoir d'où provient l'information (ici un magnétiseur !) et quel est le message qu'elle comporte (mais au fait, à quoi ça peut bien servir de « ressentir » l'énergie d'une bouteille d'eau ?).

Puis enfiler votre blouse de scientifique, et cherchez s'il y a une faille dans ce que l'on vous montre. Demandez-vous quelle expérience vous pourriez mettre en place pour tester ce que l'on veut vous faire croire.



C'est ce qu'on appelle **faire preuve d'esprit critique !**



## Annexe 5 : Extraits de travaux d'élèves : la démarche scientifique

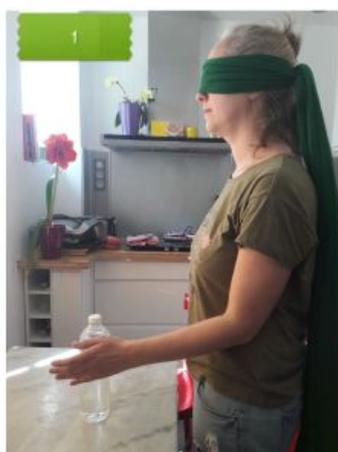
c J'ai demandé à ma mère de me faire faire le test à l'aveugle. Elle m'a mis une bouteille vide. J'ai ressenti quelque chose mais ça ne pouvait pas être l'énergie de l'eau puisqu'il n'y avait rien. Ensuite j'ai fait faire le test à quelqu'un qui m'était au courant de rien, elle n'a rien senti.

d) Conclusion: ce n'est pas l'énergie de l'eau que nous ressentons, mais nos auto-persuasions. Non, car si c'était une expérience scientifique tout le monde ressentirait la même chose.

### Résultats :

#### expérience n°1 :

La personne n'avait pas vu la vidéo. Elle n'a rien senti avec la bouteille plastique de vinaigre blanc et la bouteille plastique d'eau.



Si lors de cette expérience, j'observe que mon père et moi on a des sensations différentes alors l'expérience a marché sur nous.  
: J'en déduis que oui on peut ressentir une énergie quelconque.

Lait : en faisant croire qu'elle allait ressentir du froid dans le dos et des frissons dans les jambes: Elle a senti de la fraîcheur dans le dos et des frissons qui sont venus et qui sont repartis dans les jambes.

Conclusion: Ma conclusion est que ce n'est pas forcément une expérience scientifique puisque ma petite sœur a senti de la fraîcheur dans le dos et des frissons dans les jambes juste parce que je lui ai dit qu'elle allait le ressentir mais si je lui avais dit d'autres sensations elle les aurait peut-être aussi senties c'est pour cela que je pense que ce n'est pas une expérience scientifique mais que c'est dans la tête et qu'on est tellement sûr qu'on va ressentir ce que les gens nous disent

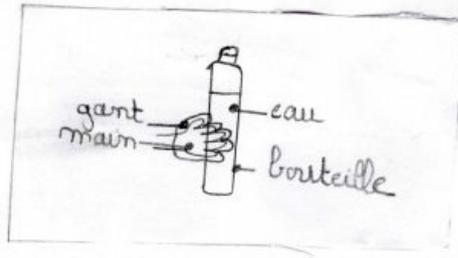
## 2 Hypothèse :

Je suppose que si je mets des gants, je ne devrais plus ressentir des sensations dans ma main puisque le gant empêche de ressentir des sensations.

## 3 Protocole Expérimental :

-Je mets des gants.

-Puis je suis le même protocole que dans la vidéo.



## 4 Résultat :

J'ai ressenti des picotements et de la chaleur dans ma main.

## 5 Conclusion :

- D'après le résultat, je déduis que mon cerveau me pousse à ressentir des sensations, car normalement je ne devrais rien ressentir parce que j'ai mis des gants.
- Mon hypothèse est validée.

Expérience de l'énergie de la bouteille d'eau

expérience n°1

bouteille d'eau pleine

Maman : na pas vu la vidéo et a ressenti une densité autour de l'a bouteille.

théotime : J'ai senti des picotements au bout des doigts et comme ma maman j'ai ressenti une densité de la chaleur.

expérience n°2

bouteille d'eau vide

Maman : densité plus proche de la bouteille

théotime : Même ressenti que dans l'ex 1

conclusion :

- tous les doigts ont une énergie différente.
- pour chaque personne l'énergie est ressentie différemment.
- ce n'est pas une expérience scientifique
- car : les résultats dépendent des ressentis de chacun. au lieu de dépendre de mesures objectives

## Annexe 6 : Extraits de travaux d'élèves : exemples de pseudo-sciences

Sujet pseudo-scientifique proposé	Argument principal (citations d'élèves sauf si [...])
Les sourciers	[Démarche scientifique pour tester si la baguette de sourcier fonctionne.] L'efficacité des sourciers n'a jamais pu être démontrée scientifiquement. Au contraire, des expériences réalisées dans des conditions rigoureuses, ont démontré l'incapacité des sourciers à faire mieux qu'un choix au hasard.
L'influence de la pleine Lune sur les accouchements	En France une étude de l'IRD a recensé 4613875 naissances entre 1985 et 1990, soit en moyenne 2106 naissances par jour. Les soirs de pleine Lune, le nombre d'accouchements est en moyenne de 2109. Ce résultat n'a pas de signification comparé aux autres phases de la Lune.
La chromothérapie	C'est bien notre cerveau qui nous pousse à ressentir les bienfaits des couleurs. Après lecture de l'article sur pseudo-sciences, la chromothérapie est un concept ésotérique
Le yoga des yeux	Ça n'est pas une méthode scientifique car dans le document que j'ai utilisé pour mon sujet il disait que la méthode de yoga pour les yeux était contestée par les scientifiques.
Les coupeurs de feu	Il reste difficile de comprendre comment agit le coupeur de feu ce n'est pas de la science mais plutôt un don, car ils n'ont pas étudié la médecine pour exercer cette profession.
Remède miracle contre le coronavirus	Quand on est réellement malade nous avons besoin d'un vaccin mais avant que l'on ait eu la maladie en protection, soit un médicament mais fait avec des molécules. Le fait d'utiliser des mots scientifiques peut paraître vrai mais cela ne veut pas dire que le remède est testé scientifiquement.
Les bonbons au miel conseillés par la pharmacienne	[Démarche scientifique pour tester l'efficacité des bonbons au miel en comparaison à du paracétamol.] On peut conclure que le bonbon au miel est un remède de grand-mère.
Voir son aura	L'existence de l' <b>aura</b> n'a jamais été démontrée par la <b>science</b> qui attribue plutôt cette perception de couleurs à un phénomène cognitif particulier, mais non pathologique, appelé synesthésie, différent du symptôme pathologique qu'est l'hallucination. <b>La conclusion de tout cela est que L'aura est en fait une hallucination</b>
Les personnes qui disent que la Terre est plate.	Leurs arguments ne sont basés sur aucune étude scientifique mais sur des croyances ou des présomptions. Pythagore, Platon, Aristote et Eratosthène ont prouvé par l'observation et par les mathématiques que la Terre est sphérique, d'autre part les astronautes ont pu le vérifier.
La Terre est plate.	La Terre est bien ronde voici quelques preuves : Les fuseaux horaires (jour/nuit), observer un gros bateau disparaître derrière l'horizon : la coque disparaît avant le mât.
Prédiction de la fin du monde en 2012.	Ce n'est pas de la vraie science car il n'y avait pas de vraies preuves et qu'on ne pouvait pas faire d'expérience pour en être certain.
L'énergie positive ou négative de la maison.	[Démarche scientifique pour tester si mettre un verre d'eau salée dans un coin de la maison capte les énergies ]
Les esprits	Il n'y a jamais eu de scientifique qui a prouvé leur existence.
Compter les moutons pour s'endormir	Il faut réaliser une démarche scientifique avec un test permettant de prouver scientifiquement la théorie.
L'affaire Roswell	Ce n'est donc que du faux et l'état a menti à la population pendant que certaines personnes essayaient de mêler science et les OVNI .
La chance	Aucun scientifique n'a prouvé que la chance était créée ou encore démontré que c'est possible de la contrôler car la chance n'est pas prévue, justement elle est inattendue car la chance est un hasard.
L'alchimie	L'alchimie est une pseudo science car au XVIIIème siècle, le savant Lavoisier condamne l'alchimie et son absence de rigueur scientifique.
Les spectacles de mentalistes et télépathes	Non argumenté
Les mentalistes	Non argumenté
L'effet placebo	On y croit tellement que l'on s'en persuade. L'effet placebo n'est pas de la science car quand j'étais plus petit mon papa me faisait croire qu'en mangeant un carré de sucre je m'endormirais et ça marchait.
Une illusion d'optique	On sait que notre main ne peut pas se déformer. Cette expérience n'est pas scientifique mais une illusion d'optique.
La cuisine	Nous utilisons différents éléments et matières qui se mélangent pour en faire un seul élément homogène. C'est donc de la science mais qui n'est pas de la science.
Pourquoi le chat est-il un animal indépendant ?	Scientifiquement, on ne peut pas le prouver parce que cela dépend du caractère du chat, du milieu dans lequel il grandit. Son âge peut aussi influencer ce trait de caractère.

# FICHE METHODE : DETECTER DE L'EAU AVEC DU BOIS



QUESTION :	PEUT ON TROUVER DE L'EAU DANS LE SOL AVEC UNE BAGUETTE DE BOIS ?
HYPOTHESE :	Est ce notre cerveau qui nous fait ressentir les vibrations de l'eau ?
PROPOSITION D'EXPERIENCE :	On prend un baton en forme de Y pour voir si on sens des vibrations dans le sol ..
REALISATION D'EXPERIENCE :	
OBSERVATIONS :	J'ai pris ce moreceau de bois et fais le tour de mon jardin tout doucement pour voir.
INTERPRETATIONS :	Je n'ai pas ressentit de vibrations, de chaleur même quand je me suis approchée de mon tuyau d'arrosage ou de mon étang a poisson.
CONCLUSION /	<p>Un <b>sourcier</b> est une personne qui recherche de l'eau souterraine en utilisant une baguette ou un pendule. Historiquement, les premiers sourciers utilisaient le plus souvent une baguette en bois de noisetier, en forme de Y.</p> <p>L'efficacité des sourciers n'a jamais pu être démontrée scientifiquement. Au contraire, des expériences réalisées dans des conditions rigoureuses, ont démontré l'incapacité des sourciers à faire mieux qu'un choix au hasard.</p>

Exemple de situation qui ressemble à de la science ?

- Je vais prendre l'exemple de la cuisine car nous utilisons différents éléments et matières qui se mélangent pour se faire un seul élément homogène.
- Si je prend de la mayonnaise je vais mixer un œuf, du vinaigre ou du citron (de l'acid) et de l'huile pour faire une création chimique qui va créer de la mayonnaise. C'est donc de la science mais qui n'est pas de la science

Année universitaire 2019-2020

**DU Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation**

**Mention Second degré**

**Parcours : Sciences physiques et chimiques**

**Titre l'écrit scientifique réflexif : La démarche scientifique pour enseigner l'esprit critique**

**Auteur : Marine Ponthieu**

**Résumé :**

Alors que l'esprit critique fait désormais partie intégrante des programmes scolaires, son enseignement reste marginal et peu maîtrisé. Pourtant, il est plus que jamais nécessaire d'outiller les jeunes citoyens pour faire face à la massification de l'information inhérente à notre société. L'objet de cette étude a été d'explorer une approche pratique d'éducation à la pensée critique à travers la mise en œuvre d'une démarche scientifique permettant de discerner entre science et pseudo-science. Le contexte particulier d'enseignement à distance a conduit à un déroulement adapté de la séquence, via l'utilisation de divers outils numériques, avec comme point de départ un support vidéo induisant une situation fallacieuse. Les élèves ont alors été amenés à élaborer une démarche scientifique permettant de tester la véracité de ce qui était montré dans la vidéo. Leurs postures critiques ou crédules successives ont été observées au fur et à mesure des étapes de l'expérimentation, montrant leur basculement en faveur d'une posture critique pour une majorité d'entre eux.

**Mots clés : SPC, 6e, esprit critique, démarche scientifique, énergie, pseudo-science**

**Summary :**

Critical thinking is now fully part of scholar programs. However it remains hardly mastered and too rarely taught. Yet, it is more than ever necessary to give young citizens tools to face information massification inherent to our society. The aim of this study is to explore a practical approach for critical thinking education, through the implementation of a scientific approach which will allow to distinguish between science and pseudoscience. In the particular context of remote teaching, the chapter has been adapted by using various digital tools. The starting point of the experimentation was a video showing a fallacious situation. Then, pupils were asked to build a scientific approach in order to verify whether the content of the video was true or not. Their successive critical or naive positions were observed in the course of the experimentation, showing how most of them became more critical.

**Key words : Physical sciences, critical thinking, scientific approach, energy, pseudoscience**