



## Construire l'esprit critique en SVT

Coordination de production :

*Laëtitia CIROLDI, Éric LACOUTURE, Johann GERARD*

*IA-IPR SVT*

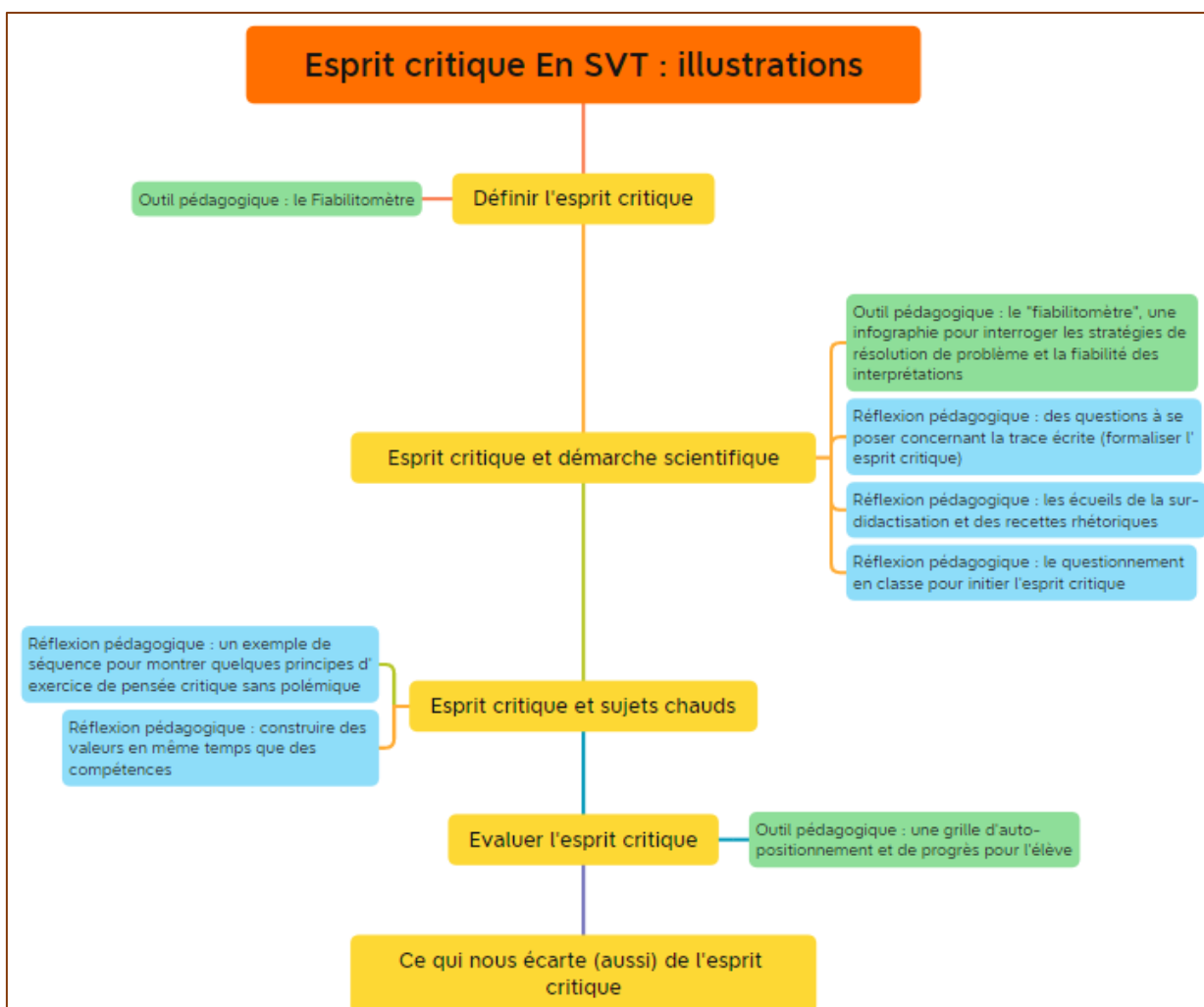
# Table des matières

<b>Propos préliminaire.....</b>	<b>4</b>
<b>Esprit critique : de quoi parle-t-on ?.....</b>	<b>5</b>
<b>Parler d'esprit critique en sciences n'est-il pas évaluer la fiabilité d'une interprétation ? .....</b>	<b>9</b>
Un exemple de travail sur la fiabilité en classe : utilisation d'un Fiabilitomètre .....	11
<b>La place de l'esprit critique dans une démarche d'investigation scientifique : .....</b>	<b>13</b>
L'esprit critique à chaque étape de la démarche :.....	14
Une vision synoptique de la démarche scientifique et des moments favorisant l'esprit critique .....	15
Faire apparaître l'esprit critique dans les traces écrites en lien avec la démarche.....	16
Attention à la (sur-)didactisation systématique des documents .....	18
<i>Je vois que, je sais que, j'en déduis que</i> : cette comptine qui nous écarte des sciences et de l'esprit critique. ....	21
Critique d'une stratégie : un visuel pour les élèves qui explique comment l'esprit critique s'exerce au sein d'une démarche d'investigation scientifique.....	29
<b>Pas besoin de polémique pour travailler l'esprit critique .....</b>	<b>32</b>
<b>Construire l'esprit critique pour construire des valeurs .....</b>	<b>37</b>
<b>Evaluer l'esprit critique .....</b>	<b>42</b>
<b>Les ratés (et les ennemis) de l'esprit critique.....</b>	<b>47</b>
Différents raisonnements à ne pas mélanger : obstacles épistémologiques .....	48
Le traitement automatique de l'information ou biais cognitif .....	49
La nécessité sociale d'appartenance : l'émotion menant au déni .....	50
Le complotisme : entre simplification et excès de doute.....	51
La rhétorique : le goût de la (fausse) logique et de la manipulation .....	53
<b>Annexes.....</b>	<b>55</b>
Annexe 1 : Un travail sur le graphique pour construire l'esprit critique : Utilisation du Fiabilitomètre .....	56
Annexe 2 : Un exemple d'utilisation en classe de l'outil « critique d'une stratégie » .....	64
Annexe 3 : Une séance de seconde pour aborder conjointement esprit critique et empathie.....	65
Annexe 4 : Un exemple de travail sur l'esprit critique avec des élèves de sixième .....	71

## Une infographie du déroulé du dossier

Outre les nombreuses réflexions didactiques et épistémologiques qui permettent de montrer les liens forts entre la pratique des sciences et la construction de l'esprit critique, vous trouverez tout au long de ce dossier des propositions pédagogiques illustrant le propos :

- Des outils pédagogiques directement utilisables ou adaptables
- Des réflexions pédagogiques émanant d'observations de classes
- Des réflexions pédagogiques prenant la forme de propositions de séquences précises mais dont l'architecture, les intentions, peuvent être tout à fait transposables.



## Propos préliminaire



Quand nous posons la question à des enseignants « à quel moment pensez-vous travailler l'esprit critique dans vos programmes ? » certains nous répondent : « tous les jours » et « quand j'organise des débats sur des questions socialement vives ». Ces réponses renvoient à deux a priori : celle d'un apprentissage de l'esprit critique qui irait de soi, dont l'explicitation n'est pas prévue, et celle d'une association entre esprit critique et polémique (ou plus simplement « désaccord »).

D'autres nous répondent qu'ils tentent de faire comprendre aux élèves que le « doute » (qui est associé à l'esprit critique) est intrinsèque à toute démarche scientifique mais nous disent aussi la difficulté à le rendre explicite. Il en ressort que, le plus souvent, c'est dans le statut de l'hypothèse en sciences que ce doute revient le plus régulièrement dans les séances. Et cela se retrouve très bien dans les traces écrites des élèves dont la quasi-totalité des bilans que l'on leur fait écrire reste trop souvent des bilans de connaissances où le doute initial a disparu.

Depuis une récente évolution des sujets du baccalauréat (où la restitution de connaissances a évolué vers une synthèse argumentée et où l'ECE s'est enrichie d'une phase « esprit critique ») le sujet de la construction de l'esprit critique s'est invité de façon plus appuyée dans les enseignements de SVT. Pour autant, cet apprentissage ne se limite pas à la terminale : un apprentissage explicite peut s'envisager dès les plus jeunes âges. Ce dossier a pour ambition de répondre aux nombreuses questions qu'un enseignant peut se poser :

- L'esprit critique recherché est-il un « esprit DE critique » ?
- Est-ce forcément sur un sujet ancré dans des opinions fortes qu'il faille travailler l'esprit critique ?
- L'esprit critique se limite-t-il à interroger des résultats, ou à une méthode particulière ?
- Comment évaluer l'esprit critique ?
- Quels outils pédagogiques seraient des supports intéressants pour objectiver l'esprit critique ?
- Etc...

Comme nous le verrons dans la première partie de ce dossier, il n'y a pas de définition arrêtée de ce qu'est l'esprit critique, tout dépend de l'angle avec lequel on se pose la question. Pour autant, mieux vaut avoir quelques références communes si on souhaite y travailler collectivement et progressivement.

Si l'esprit critique est un **objectif** dans la construction du citoyen, il est aussi un **moyen** indispensable à toute démarche d'investigation scientifique.

C'est parce qu'on réussira à le rendre explicite à différentes étapes du raisonnement scientifique qu'on réussira à le construire.

D'ailleurs, il s'agit bien de cela : plutôt que de recettes, il s'agit de construire un mode de raisonnement. Nous aurions préféré parler de « pensée critique scientifique » plutôt que « d'esprit critique » du fait de la rationalité recherchée et aussi pour s'écarter de tout ce qui pourrait se rapprocher de l'intuition, de la sensibilité (il ne s'agira pas ici de traiter de critique artistique) mais nous conserverons la seconde formulation par commodité d'usage.



---

## Esprit critique : de quoi parle-t-on ?

Dans le langage courant, l'esprit critique est souvent traduit comme une faculté à savoir douter, à ne pas croire n'importe quoi, voire à mettre en doute.

Récemment, le site *Universcience* a présenté les résultats d'une étude menée sur plus de 3000 personnes (en respectant les codes de représentativité des personnes sondées). Il s'agissait d'obtenir un premier « baromètre de l'esprit critique ». Voici quelques résultats qui peuvent nous donner d'autres éléments pour définir ce qu'est l'esprit critique, vu par une population (plusieurs réponses possibles donc sommation des pourcentages supérieure à 100%) :

- Être capable de changer d'avis (52%), raisonner logiquement et rationnellement (51%) et être capable d'échanger avec des personnes aux idées différentes (50%) sont les définitions les plus partagées.
- La remise en question de la parole des autorités (27%), le doute systématique (24%) et la méfiance envers ses propres intuitions (21%) sont plus rarement proposées mais indiquent un amalgame étonnant entre esprit critique et dérive complotiste...

De cette enquête on voit se dessiner une définition qui n'est pas satisfaisante : si le jugement, le doute,

le raisonnement, voire le contexte, émergent, nous n'avons pas d'indication sur :

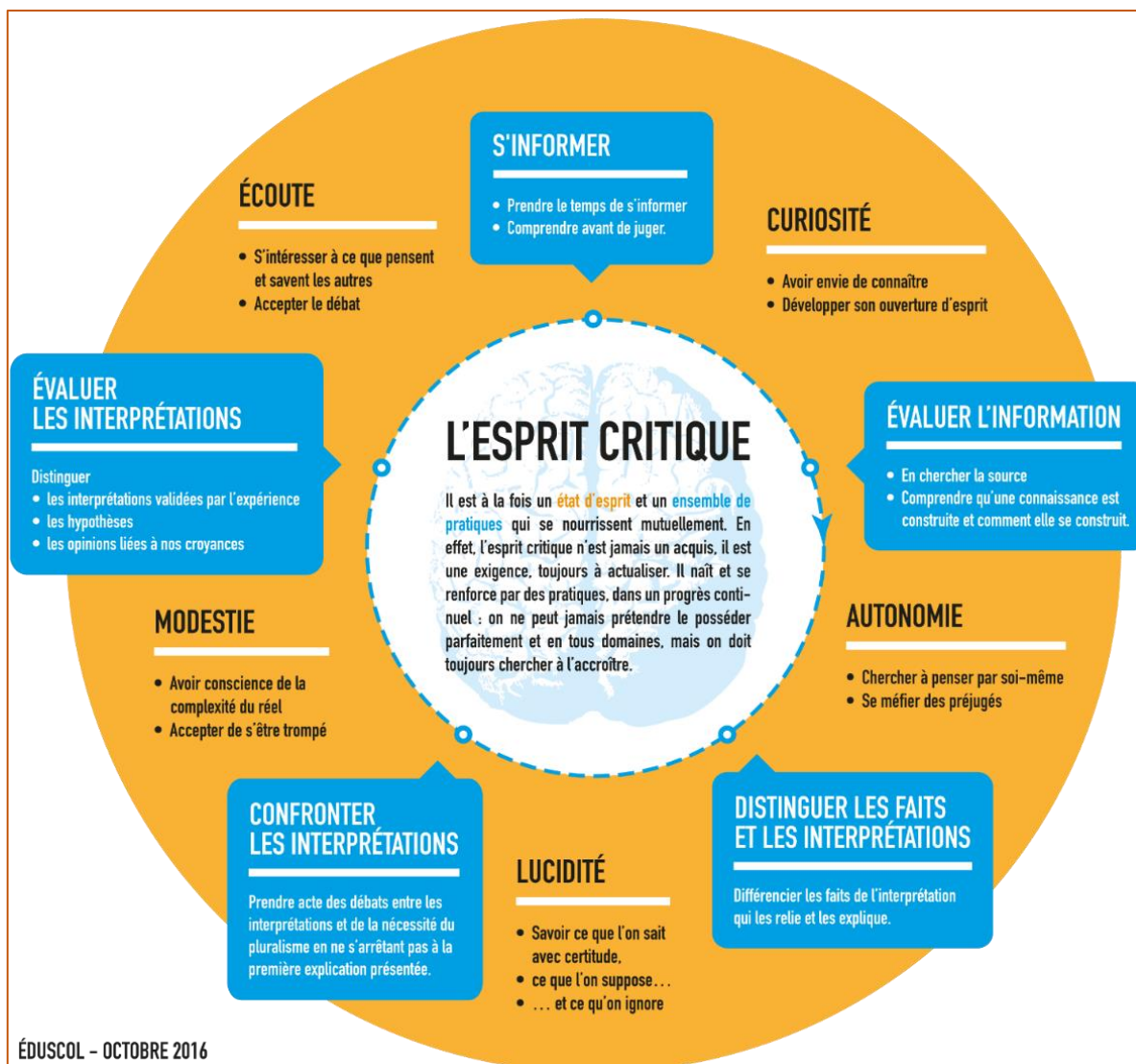
- Les méthodes
- La place de la preuve et de l'argumentation
- Comment s'exerce l'esprit critique

En complément, on trouve sur Eduscol (voir infographie suivante) une approche différente qui cible des attitudes (écoute, curiosité...) et des capacités (s'informer, confronter des interprétations...) associées à ce qui serait donc la compétence à exercer un esprit critique.

Le concept est intéressant : on retrouvera dans les cartouches en bleu des capacités/compétences très régulièrement travaillées en sciences de la vie et de la Terre.

Deux points manquent cependant :

- Il ne faudrait pas penser qu'en travaillant avec les élèves chacune de ces capacités alors l'esprit critique se construit : cela sera nécessaire mais non suffisant.
- Le concept présenté fait abstraction du contexte : l'esprit critique ne s'exerce pas hors-sol mais bien sur un domaine et donc sera toujours associé à un corpus de connaissances.



Source : infographie Eduscol

On trouvera une définition plus ouverte dans un rapport<sup>1</sup> produit en 2020 sur l'éducation à l'esprit critique. La définition donnée par les auteurs est la suivante :

L'esprit critique est « l'ensemble des capacités et des critères qui permettent d'évaluer la qualité épistémique des informations disponibles et de doser de façon conséquente notre confiance en ces informations, en vue de prendre une décision, de se forger une opinion, d'accepter ou de rejeter une affirmation à bon escient (...) »

<sup>1</sup> Source : Rapport produit dans le cadre des travaux du Work Package 1 / Projet EEC – Éducation à l'esprit critique (ANR-18-CE28-0018) – 2020 - 258 pages

[https://fondation-lamap.org/sites/default/files/upload/media/actions/Rapport-ANR-juin2020-Definir-EEC\\_web.pdf](https://fondation-lamap.org/sites/default/files/upload/media/actions/Rapport-ANR-juin2020-Definir-EEC_web.pdf)

On entend par « qualité épistémique des informations » :

- Sont-elles plausibles à la lumière des connaissances existantes ?
- Sont-elles basées sur des preuves solides ?
- Leurs sources sont-elles fiables ? »

Cette définition a le double intérêt de montrer pourquoi on doit faire preuve d'esprit critique (prendre une décision en raison) et comment on va exercer cet esprit critique (en interrogeant la nature de l'argumentation : sources et preuves). Nous voilà au cœur épistémologique de ce que doit être une démarche scientifique.

Il n'y a donc pas de définition consensuelle de l'esprit critique. Nous vous proposons d'en retenir deux qui sont bien en lien avec les objectifs de formation des élèves dans le cadre des enseignements scientifiques :

- « *L'esprit critique est une façon de **négozier intellectuellement avec le monde**. Exercer son esprit critique, c'est apprendre d'abord à **se méfier de ses intuitions**. Notre raisonnement peut s'égarer de bien des façons. Nous n'accédons pas toujours à l'information adéquate pour bien juger en raison de la position que nous occupons dans l'espace social, des groupes que nous fréquentons, que ce soit dans la vraie vie ou sur Internet. Cette information, nous ne l'évaluons jamais tout à fait de façon neutre, car nos cadres culturels l'organisent à notre insu.* » (Bronner, 2019)
- « *L'esprit critique est la **capacité à ajuster son niveau de confiance** de façon appropriée selon **l'évaluation de la qualité des preuves** à l'appui et de la **fiabilité des sources** » (Eduquer à l'esprit critique, Conseil scientifique de l'éducation nationale, p. 15)*

[https://www.reseaucanope.fr/fileadmin/user\\_upload/Projets/conseil\\_scientifique\\_education\\_nationale/Ressources\\_pedagogiques/VDEF\\_Eduquer\\_a\\_lesprit\\_critique\\_CSEN.pdf](https://www.reseaucanope.fr/fileadmin/user_upload/Projets/conseil_scientifique_education_nationale/Ressources_pedagogiques/VDEF_Eduquer_a_lesprit_critique_CSEN.pdf)



---

Parler d'esprit critique en sciences n'est-il pas évaluer la fiabilité d'une interprétation ?

**Si un fait est un fait**, on ne peut (normalement pas) en douter. A la condition de bien saisir la différence entre un fait et une opinion. Un point important sera donc de discriminer les deux et d'admettre qu'un fait est indiscutable quand une opinion est toujours discutable.

Alors qu'est-ce qu'un fait en sciences ? Notre principe matérialiste nous permet de dire qu'un fait est le résultat direct d'une mesure ou d'une observation, sans que celles-ci ne soient interprétées en vue de construire un modèle explicatif.

La lave est une roche fluide car très chaude : c'est un fait (on mesure sa température à plus de 1000°C, quand elle refroidit, elle se transforme en roche solide que l'on peut décrire : cela ne sont pas des « vues de l'esprit »).

Dire que (« en déduire que... ») sous le volcan il y a un réservoir de lac de lave sera une interprétation si on ne dispose pas d'observations et de mesures complémentaires. L'interprétation des données c'est un peu l'opinion du scientifique.

Interpréter les faits, pour construire un récit scientifique, est au cœur du travail des scientifiques qui ne saurait s'arrêter à récolter des faits pour eux-mêmes. Parce que le récit construit s'appuiera sur un certain nombre de faits (on pourra également parler ici de preuves ou d'arguments) l'interprétation sera qualifiée de scientifique ; une interprétation qui ne se baserait que sur des impressions, des intuitions ou même de la logique

ne saurait être qualifiée de scientifique (il lui faudra d'ailleurs être vérifiée, confirmée, par les faits pour être recevable).

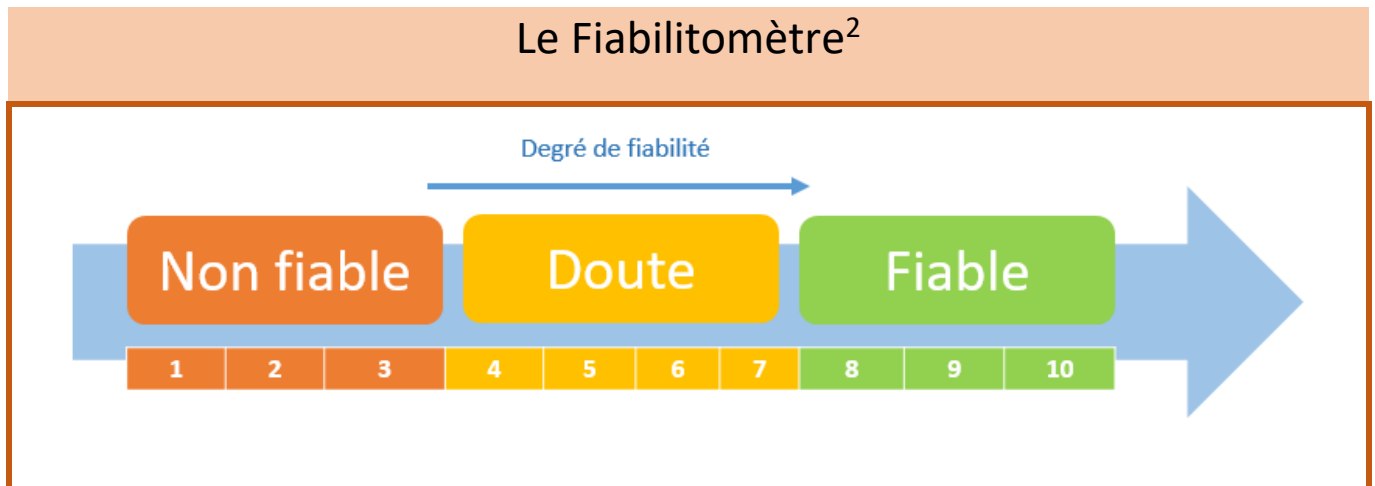
Nous rejoignons ici le concept de modèle scientifique s'appuyant sur un ensemble de faits tout en bouchant les trous : une partie de l'histoire est vérifiée tandis qu'une autre ne relève uniquement que d'un ensemble d'hypothèses. On comprend intuitivement que plus le nombre de faits corroborant le modèle est élevé, plus l'interprétation faite (ou le récit porté par le modèle) sera fiable. Cela dit, il n'y a pas que le nombre de faits concordant avec un modèle qui compte : un seul fait peut tout remettre en cause. Le fait n'étant pas discutable, le scientifique devra se plier à changer de modèle.

Faire preuve d'esprit critique en science correspond alors à estimer la fiabilité d'une interprétation.

- Un fait est fiable par définition mais on n'écartera pas la possibilité de critiquer la justesse ou la qualité d'une mesure, d'une observation... Nous dirons que sa fiabilité intrinsèque est proche de 100 %.
- Une interprétation (on amalgame ici le récit scientifique, le modèle scientifique) repose à la fois sur des faits et des hypothèses : sa fiabilité varie selon la qualité et le nombre de faits sur lesquels elle s'appuie.

## Un exemple de travail sur la fiabilité en classe : utilisation d'un Fiabilitomètre

**L'idée est simple** : quand des élèves se retrouvent devant une information, on leur demande d'évaluer sur une échelle de 1 à 10 sa fiabilité.



Cette première approche est purement qualitative, un ressenti proche de l'opinion. L'intérêt est déjà de placer l'élève dans un doute intermédiaire qui sort des raisonnements binaires du type « fiable à 100 % ou 0 % ». Ici on catégorise en trois degrés de « plutôt non fiable » à « plutôt fiable » en passant par le doute.

Puisque la fiabilité que l'on estime initialement est très variable (d'un élève à l'autre), on peut se poser la question de ce qui pourrait rendre telle ou telle affirmation – interprétation plus fiable. L'objectif étant :

- De sortir du doute scientifiquement : être en mesure de dire, après une recherche, qu'une information sera fiable parce que... ou non fiable parce que...
- De comprendre qu'un récit doit évoluer s'il est non fiable

- De comprendre qu'un récit pourra évoluer, surtout si on reste dans le doute mais aussi s'il est, aujourd'hui, fiable.

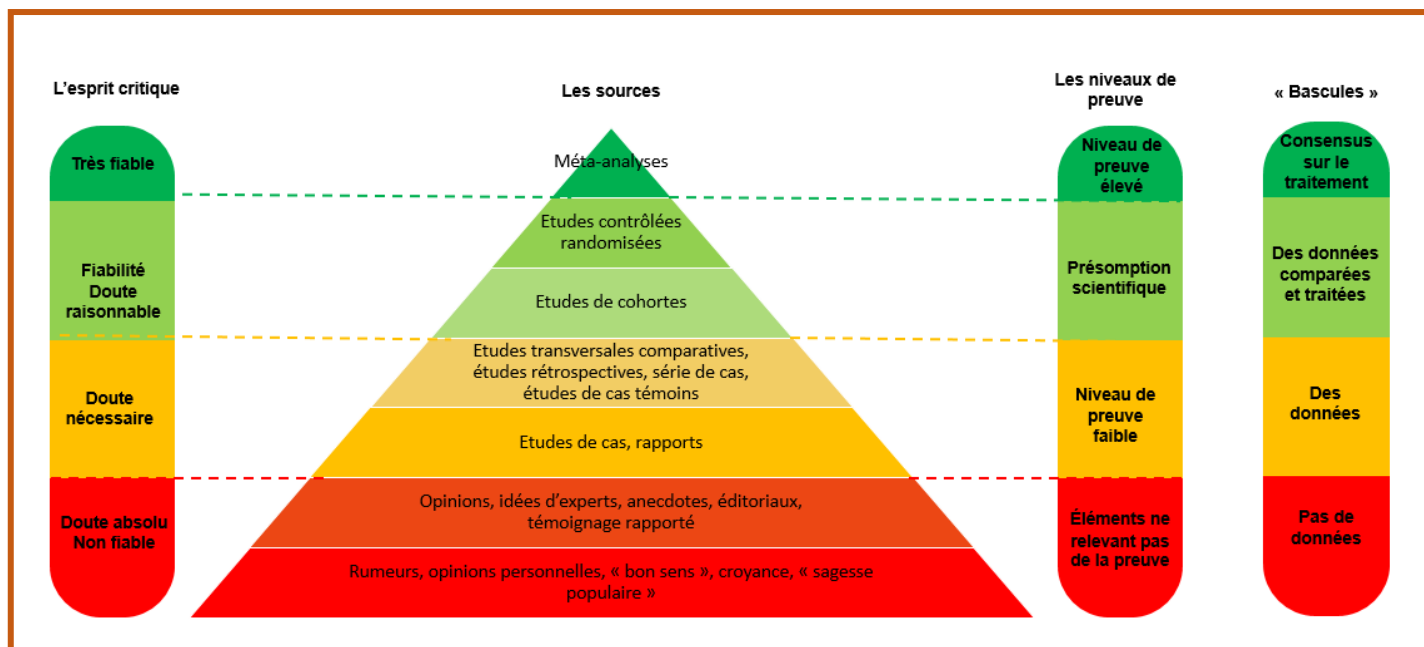
L'utilisation pédagogique de cet outil peut idéalement se situer à deux moments d'une séquence : lors de la phase de problématisation avec une première évaluation de fiabilité d'une information. Puis après avoir effectué une recherche de données pour réévaluer l'interprétation initiale. Un court temps de métacognition sera utile pour que les élèves repèrent explicitement ce qui a fait évoluer leur idée.

Enfin une utilisation toute l'année, reposant sur un grand nombre de situations, permettra de compiler ces différents temps de métacognition en listant tout ce qui fait évoluer la fiabilité d'une information dans un sens ou dans l'autre.

<sup>2</sup> En annexe : un exemple d'utilisation du Fiabilitomètre au cycle 3 : comment s'en servir sur le long terme.

L'outil proposé précédemment rejoint très bien un autre document appelé « échelle de la preuve en sciences » dont l'infographie est présentée ci-dessous.

Il en existe plusieurs versions que l'on retrouve sur Internet, avec des degrés de détails variés. Nous avons ajouté à cette infographie le cartouche de gauche mettant en relation l'esprit critique et les niveaux de preuves relatifs aux sources de l'information.



Autre ajout complémentaire à ce que l'on trouve sur le Net en termes de démarche d'investigation scientifique, on remarquera des « points de bascule » très liés à l'existence des données mais aussi ce que l'on fait de ces données.

Le fait est bien supérieur à l'opinion quand on estime la fiabilité d'une information mais le plus souvent c'est l'interprétation des faits qui est évaluée. En conséquence, le traitement des faits doit être interrogé aussi. Faire preuve d'esprit critique c'est aussi comprendre qu'un seul fait ne suffit pas à la fiabilité d'une information donnée.

Pour illustrer ce propos nous pourrions analyser à rebours ce qui se passait sur les plateaux de télévision lors de la crise Covid au moment où les vaccins à ARNm ont vu le jour. Se mélangeaient sur le même plateau des « experts Facebook » mais aussi des « experts » dont les discours relatifs se retrouvent au

bas de notre échelle de preuve. Ces mêmes personnes pouvaient évoquer les travaux de Marseille qui en étaient au stade « étude de cas » (pas d'étude comparative, rétrospectives, etc...) mais aussi les travaux qui ont été menés pour la fabrication des vaccins correspondant alors à l'avant dernier niveau de notre échelle (4 ans après nous en sommes à la méta-analyse).

Par ailleurs nous ne pouvons que conseiller de consulter les travaux de Julien Machet qui, à partir de cette infographie, a décliné quelques outils pédagogiques pour estimer la fiabilité d'une source.

Lien vers ses travaux :

<https://cortecs.org/seconaire/tri-de-linformation-et-enseignement-de-lesprit-critique-une-carte-pour-sy-retrouver/>

---

# La place de l'esprit critique dans une démarche d'investigation scientifique :

## Les mots ont du sens !

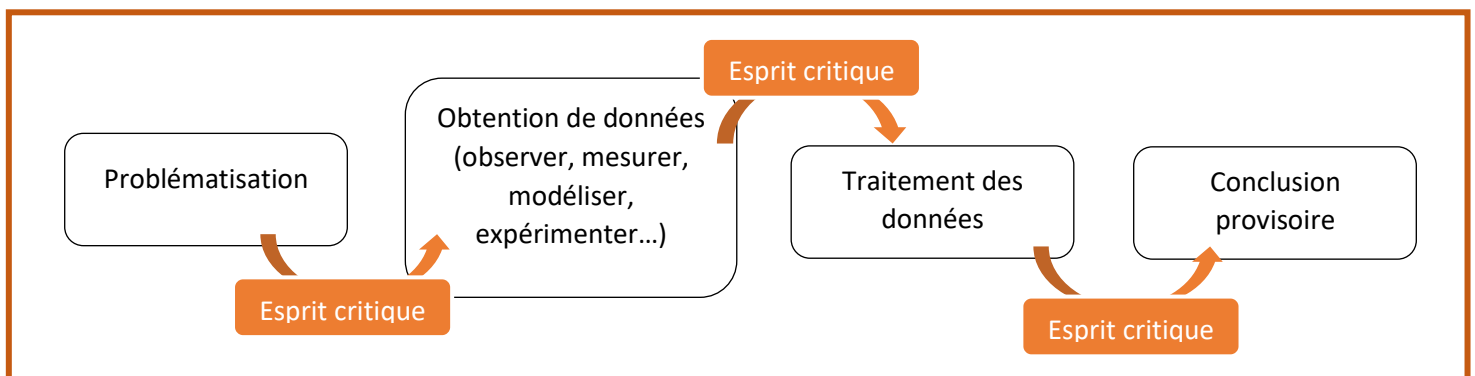
- Une démarche : indique un cheminement qui se fera en plusieurs étapes
- Investigation : indique une recherche en lien avec un problème à résoudre
- Scientifique : indique que la recherche s'appuiera sur des preuves matérielles (le réel), c'est-à-dire l'obtention de données issues de l'observation et de la mesure.

## L'esprit critique à chaque étape de la démarche :

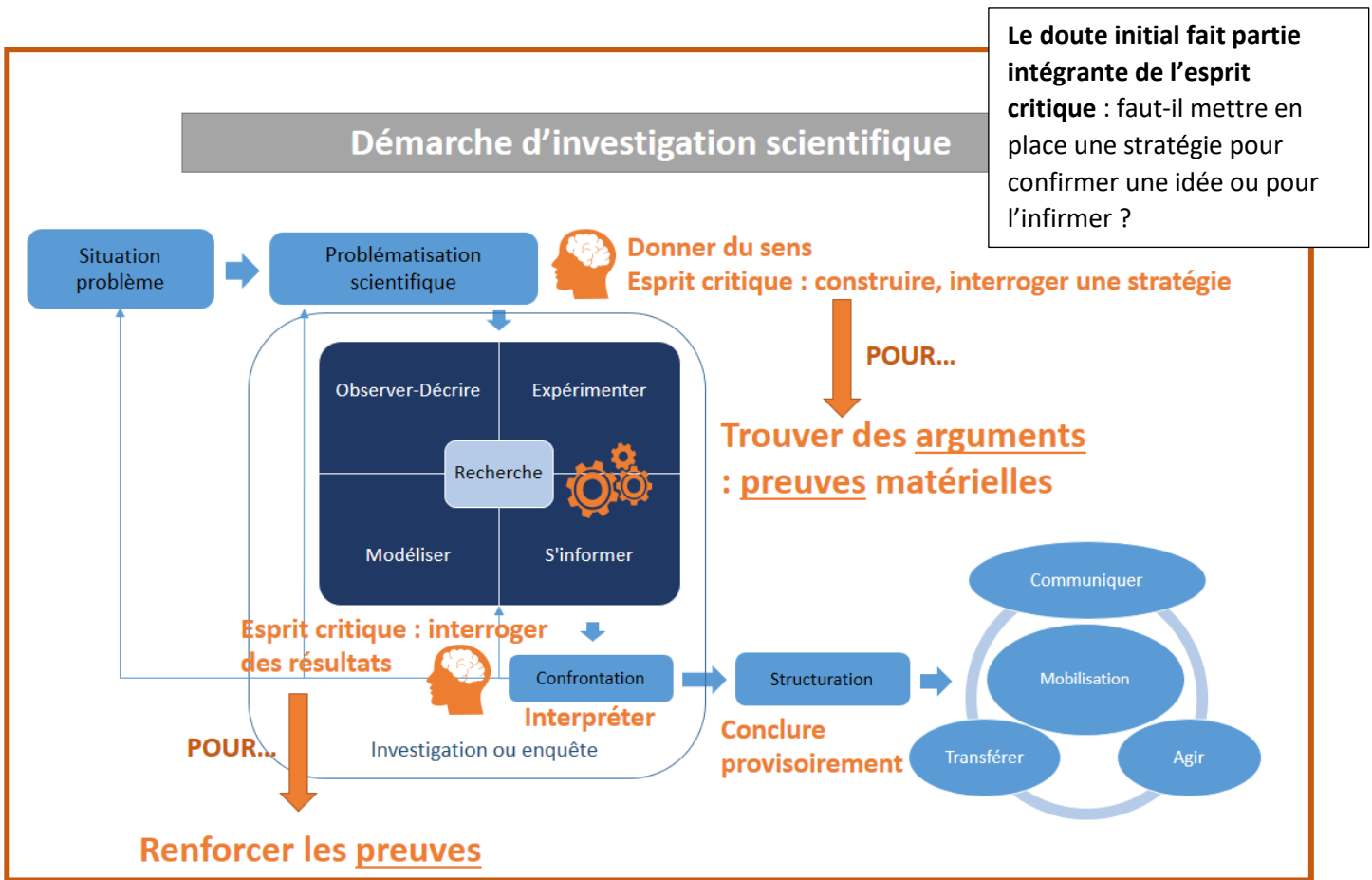
1. Dans un premier temps : du problème à l'obtention de données issues d'observation et de mesures
  - Ai-je bien dessiné les contours du problème ?
  - Est-ce que la stratégie que je souhaite mettre en place est en lien avec le problème ? On anticipe ici la pertinence des données à recueillir, c'est-à-dire est-ce que les données auront bien une valeur d'arguments recevables ?
2. Dans un second temps : du traitement des données à l'interprétation : un point essentiel également pour faire preuve d'esprit critique puisqu'il faut construire une réponse objective tenant compte des preuves recueillies.
  - Est-ce que les techniques mises en place pour obtenir des données sont fiables et précises ? On parle ici de la précision des données.
  - Les données recueillies sont-elles suffisantes pour interpréter ? On parle ici de la quantité de données.
  - Si mon interprétation vaut pour un cas particulier, vaut-elle pour un cas général ?
  - Etc...

L'esprit critique en sciences est nécessaire pour garantir la fiabilité d'une interprétation : il est incontournable avec l'idée qu'un savoir scientifique sera toujours provisoire et évolutif.

Finalement faire preuve d'esprit critique est un excellent indicateur de la compréhension de ce qu'est « mener une démarche scientifique ». Se poser des questions de pertinence et de fiabilité à chaque étape indique une maîtrise de la démarche dans son ensemble puisque se pose alors la cohérence de l'enchaînement des étapes.



## Une vision synoptique de la démarche scientifique et des moments favorisant l'esprit critique



### Des pistes pour renforcer les preuves :

- **Poursuivre une stratégie** : l'analyse brute des données indique qu'il faut poursuivre avant d'interpréter (ajouter un nouveau témoin, tester des variantes...).
- **Tester une représentation du réel** : si la démarche repose sur une modélisation, il convient de mettre à l'épreuve les données obtenues avec des données de terrain...
- **Vérifier la reproductibilité des résultats** : ce n'est pas parce qu'on a obtenu un résultat dans une condition donnée qu'on obtiendra le même résultat en reproduisant la démarche à l'identique...
- **Discuter de la possibilité de généraliser un phénomène** : ce n'est pas parce qu'on obtient un résultat dans un cas particulier qu'il est applicable au cas général.

Il est intéressant d'associer les étapes d'une démarche d'investigation scientifique avec les actions cognitives caractérisant l'esprit critique.

Actions cognitives	Description	Etapes associées
Problématiser	Exercer le doute, questionner les raisonnements évoqués, avancer des arguments contraires	Problématisation
Distinguer les sources d'information, les évaluer	D'où vient l'information ? Ce questionnement inclut l'identification de la source épistémologiquement parlant, des savoirs (sous quelle perspective travaillent les auteurs ?) ; considérer les savoirs comme étant situés (contexte social, historique) et s'interroger sur de possibles conflits d'intérêts	Recherche (s'informer)
Conceptualiser	Des concepts et des savoirs à appréhender, des connaissances à acquérir et des limites à considérer	Recherche (modéliser)
Autocritiquer, rectifier	Identifier ses faiblesses, prise de conscience métacognitive, évaluer les erreurs et rediriger les actions si nécessaire	Confrontation
Argumenter	Organiser la pensée pour exposer ses points de vue et interprétations	Structuration
Poser un jugement	Appliquer des critères pour articuler un jugement	
Prendre position, agir en contexte	Adopter une position, entreprendre des actions en tenant compte du contexte	Mobilisation
Savoir écouter	Comprendre le point de vue d'autrui, situer les propos, distinguer les arguments avancés	Autre

*D'après « ACTIONS COGNITIVES CARACTÉRISANT LA PENSÉE CRITIQUE (PANISSAL & BERNARD, 2021) »*

## Faire apparaître l'esprit critique dans les traces écrites en lien avec la démarche

Les quelques conseils donnés ici n'ont pas vocation à devenir normatifs : trop souvent l'application automatique de « consignes pédagogiques » se traduit par des raisonnements artificiels qui, au lieu d'atteindre leur objectif initial, nous écartent des sciences.

Nous présentons donc ces conseils sous forme de questions que tout à chacun peut se poser et juger de l'utilité d'y répondre selon les démarches engagées.

### Lors de la phase de problématisation

#### Le questionnement...

Pourquoi ne conserver qu'une seule question ? Plusieurs questions posées oralement peuvent être portées à l'écrit, même si on n'y répondra pas.

*L'intention est de faire comprendre que s'emparer d'une problématique est toujours complexe, que de nombreuses questions se posent que notre réponse finale à la question traitée ne répond pas toujours aux questions annexes.*

#### La proposition de stratégie de résolution d'un problème...

Pourquoi ne pas faire apparaître, succinctement (à un moment où à un autre dans la transposition écrite de la démarche) que d'autres démarches sont possibles ?



*L'intention est de faire comprendre qu'il y a plusieurs façons de traiter un problème, de faire une recherche. Cela suggère aussi qu'avec d'autres méthodes, les données obtenues pourraient être différentes.*

### L'hypothèse...

Pourquoi ne pas indiquer plusieurs hypothèses explicatives plutôt qu'une seule (trop souvent la réponse attendue) ?

*L'intention est de faire comprendre que plusieurs interprétations sont envisagées à ce stade de la démarche mais que ce sont bien les données obtenues qui guideront l'interprétation finale. Pour cela une précaution importante : en sciences expérimentales, une hypothèse doit être vérifiable par l'observation et la mesure, ce qui nous oblige à écarter toute « hypothèse » non matérialiste.*

## **Lors de la phase de recherche**

### La recherche documentaire (ou bibliographie)

Pourquoi ne pas faire écrire aux élèves la source des documents consultés (journal, Internet...) ? Pourquoi ne pas aller voir la source d'un document du manuel scolaire (en fin de manuel, chaque document est systématiquement « sourcé » : cela ne sert pas qu'aux concepteurs de sujets d'examens) ?

*L'intention est ici de constater, à partir de quelques exemples, qu'un document dit « scientifique » dans un manuel scolaire a bel et bien une source universitaire. En revanche une recherche sur Internet demandera plus de vigilance.*

### Les mesures, les observations

Pourquoi ne pas faire écrire les élèves sur la qualité de leur manipulation (par exemple : j'ai identifié et compter des phénotypes de drosophiles mais je n'ai pas la certitude d'avoir toujours repéré le bon phénotype).

*L'intention est que l'élève prenne bien conscience de la fiabilité des données recueillies : si le geste (ou le matériel) n'est pas parfait alors la donnée reste discutable.*

### L'utilisation d'un modèle

Si l'utilisation d'un modèle est « automatiquement » critiquée, pourquoi ne pas décrire explicitement ses limites et surtout comment il serait possible de l'améliorer ?

*L'intention est ici de sortir des automatismes du type « c'est un modèle, donc il a des limites bien sûr ». A force on pourrait presque se demander pourquoi on utilise des modèles si, à chaque fois, on ne fait que les critiquer. Cela devient un esprit DE critique et non une pensée critique et c'est contre-productif. En indiquant clairement qu'un modèle est une version simplifiée du réel, qu'on peut l'améliorer et se rapprocher de la réalité en intégrant davantage de données, de paramètres, alors l'approche nous semble plus constructive.*

## **La phase de confrontation, des premières interprétations<sup>3</sup>**

Pourquoi ne pas faire écrire aux élèves « ma première interprétation, à partir de des premières données, est que... Avec ces nouvelles données mon interprétation devient... » ?

*L'intention est que l'élève comprenne qu'avec d'autres données il pourrait arriver à une interprétation enrichie voire différente. Nous sommes là au cœur d'un des enjeux de l'ECE avec les différentes méthodes pour enrichir (critiquer) une interprétation (renouvellement de la procédure pour avoir plus de données ; changement de procédure sur le même objet, même procédure mais sur un objet différent, amélioration de la procédure... Voir l'outil présenté dans le chapitre suivant).*

---

<sup>3</sup> En annexe 4 : un exemple de travail avec des sixièmes concernant l'interprétation et l'esprit critique (exemple qui s'appuie sur le sujet d'écrit de l'agrégation interne de SVT de 2024).

## La phase de structuration du savoir

Pourquoi ne pas rappeler quelques points méthodologiques dans le bilan de connaissances ?

*L'intention est ici de sortir des bilans écrits n'intégrant que des connaissances. L'idée 1 est donc de passer de la connaissance à l'argumentation (par exemple en sixième passer de « la cellule est une structure qui se compose d'une membrane, d'un cytoplasme et d'un noyau » à « on observe au microscope qu'une cellule est une structure qui se compose d'une membrane, d'un cytoplasme et d'un noyau » nous dit plus explicitement comment la connaissance a été construite : la connaissance se base sur des faits observables). L'idée 2, plus générale, est de montrer que la connaissance construite n'est pas dogmatique et qu'en sciences il n'y a pas de vérités : d'autres données peuvent amener à changer la conclusion. Toute conclusion est provisoire en sciences.*

## Attention à la (sur-)didactisation systématique des documents

Nous le savons, les élèves ont une représentation simplifiée des phénomènes biologiques et géologiques. L'enseignement des SVT va venir étoffer ces représentations en construisant de nouveaux savoirs chaque année.

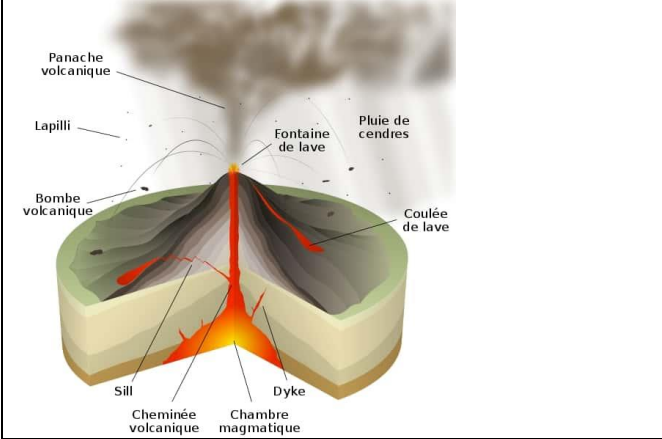
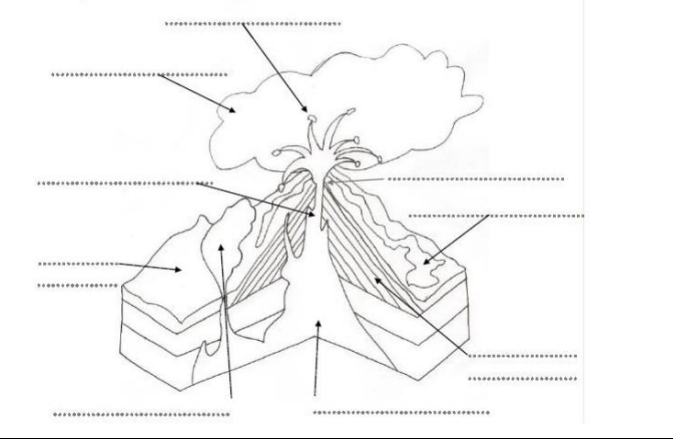
Pour autant, cette vision du monde sera également enrichie par la vulgarisation scientifique issue de différents médias externes à notre discipline. Il ne devrait pas y avoir concurrence. Pourtant cette concurrence se met en place si l'enseignant se place dans une posture de vulgarisateur des sciences, posture qui devrait être réservée aux médias. La confusion des postures peut plonger l'élève dans un doute, si son enseignant ne « dit pas la même chose que le journaliste » : qui croire ? Dans une situation de « parole contre parole », l'esprit critique ne peut s'exercer et ce n'est pas la raison qui décide de l'issue, c'est la confiance. Nous allons chercher à éviter cela.

Comment un enseignant peut se retrouver dans une posture de vulgarisateur (il peut l'être mais pas que...)?

- En prenant les mêmes « recettes » que les médias : c'est-à-dire en se focalisant sur la conclusion à avoir et en étayant par diverses illustrations.
- En écartant les méthodes qui ont été à l'origine des données qui ont justement permis de construire les illustrations.

Le meilleur exemple de cette pratique de vulgarisation, en classe, se place bien en amont des bilans cognitifs (qui resteront des vulgarisations nécessaires) par la présentation de documents dits « didactisés ». Pourquoi « didactiser » un document ? Parce qu'on cherche à le mettre à la portée de l'élève. Un document brut peut en effet s'avérer inexploitable selon le niveau de l'élève. L'intention est donc tout à fait louable voire nécessaire. En revanche la didactisation nous écarte du réel de la science. A force de didactisation, un document peut se retrouver tellement changé qu'il ne permet plus de deviner l'origine de sa construction.

Exemple :

Document A	Document B
	
<p><a href="https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/structure-terre-chambre-magmatique-451/">https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/structure-terre-chambre-magmatique-451/</a></p>	<p><a href="http://prim-vaux-et-chantegrue-haute-joux.ac-besancon.fr/wp-content/uploads/sites/50/2020/03/Sciences-CE2-CM1-CM2.pdf">http://prim-vaux-et-chantegrue-haute-joux.ac-besancon.fr/wp-content/uploads/sites/50/2020/03/Sciences-CE2-CM1-CM2.pdf</a></p>

Dans le cas de l'étude du volcanisme, les programmes peuvent nous amener à schématiser un volcan en coupe et s'interroger sur l'origine des laves. Les élèves seront alors amenés à placer une chambre magmatique à la verticale de l'édifice volcanique.

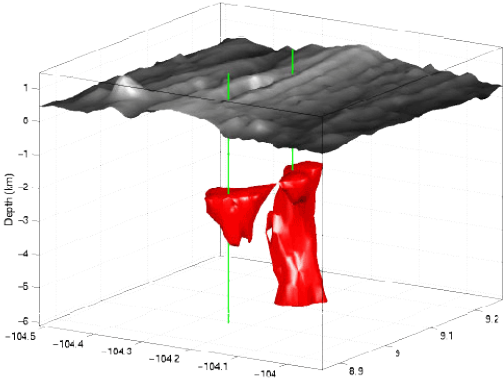
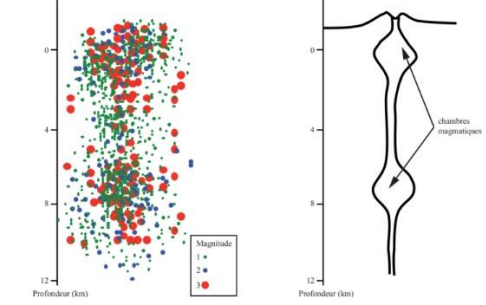
- Le document A est un schéma de vulgarisation scientifique (site sérieux : Futurasciences)
- Le document B est un schéma à compléter pour des élèves du premier degré, à partir du premier document par exemple.

On constate bien ce qu'a permis la didactisation : il est facile pour les élèves de faire le transfert d'un schéma à l'autre. On constate aussi deux choses :

- L'absence de place à l'esprit critique de la représentation
- Des élèves qui vont toujours avoir la représentation soit de chambres magmatiques très proches de la surface soit d'un intérieur de la planète qui serait une immense chambre magmatique.

Pour nuancer le modèle il faut a minima, un document complémentaire qui soit intermédiaire entre les données réelles brutes et la vulgarisation finale (les données relevant de mesures sismiques).

Par exemple

Document C	Document D
	 <p data-bbox="810 633 1066 651"><i>Foyers des séismes sous le Mont Saint-Helens (1996-2006)</i></p>
<p data-bbox="129 692 703 712"><a href="http://blinks3.free.fr/d_1e_SPE/tectonique/05/doc_1/index.html">http://blinks3.free.fr/d_1e_SPE/tectonique/05/doc_1/index.html</a></p>	<p data-bbox="810 692 1362 734"><a href="https://www.assistancescolaire.com/eleve/4e/svt/reviser-une-notion/le-volcanisme-4sai04/print?print=1&amp;printSheet=1">https://www.assistancescolaire.com/eleve/4e/svt/reviser-une-notion/le-volcanisme-4sai04/print?print=1&amp;printSheet=1</a></p>

Le document C peut être utilisé simplement en précisant que l'étude des séismes permet d'avoir une idée de ce qu'il y a sous nos pieds (si c'est plus ou moins solide, plus ou moins chaud...) et à quelle profondeur (ici, ce document représente une région de la dorsale Est Pacifique observée en tomographie sismique. Les zones à faible vitesse (en rouge) correspondent aux différentes parties de la chambre magmatique.

Cela confère trois avantages :

- Celui de bien montrer que tout l'intérieur de la Terre n'est pas du magma
- Celui de montrer la réalité des échelles
- Celui de montrer que le schéma vulgarisé n'est pas qu'une « vue de l'esprit » mais s'appuie sur de réelles données.

C'est finalement la présentation de ce document qui est en référence à une démarche de recherche de données qui différencie le média vulgarisateur de l'enseignant.

Le document D proposé ici est un exemple intéressant qui conserve une forme de vulgarisation mais en la mettant en relation avec la méthodologie de construction du modèle.

Nous voyons bien la tension entre « le trop » ou « le pas assez » de didactisation des documents. Un équilibre est à trouver selon le niveau des élèves. Une progressivité envisageable est celle d'avoir des documents fortement didactisés au début du collège tout en ne sacrifiant pas la présentation des méthodes qui sont à l'origine de tel ou tel document ; puis d'aller vers des documents de moins en moins didactisés au lycée (la recommandation donnée aux concepteurs de sujets de bac est justement de proposer des documents les plus « bruts » possibles).

Des pratiques de didactisation à mettre en question sont nombreuses mais concernent en SVT surtout les schémas (modèles), les graphiques (quand on fait disparaître les barres d'erreurs, qu'on trace une courbe bien lisse à partir de nuages de points, etc...), les microphotographies.

En conclusion de cette partie, si les médias tentent de vulgariser le savoir, l'enseignant doit de son côté vulgariser la façon dont se construit ce même savoir. Pour cela, il faut manier la didactisation avec prudence pour rendre un discours simplifié mais non simpliste, un discours nuancé mais non dogmatique. Cette posture didactique contribue à l'exercice de l'esprit critique en sciences.

*Je vois que, je sais que, j'en déduis que* : cette comptine qui nous écarte des sciences et de l'esprit critique.

Cette formule « Je vois que A, je sais que B, j'en déduis que C » proposée aux élèves, envisagée le plus souvent comme une aide au raisonnement pour aborder des exercices de type exploitation de documents, elle s'est imposée en tant que démarche dite scientifique dans plusieurs classes et à tous les niveaux. Il est en effet commode de proposer une sorte de méthode aux élèves qui, devant exploiter un ou plusieurs documents pour résoudre un problème, peinent à fournir une réponse construite et argumentée.

Elle est apparue de façon plus ou moins officielle dans un document d'accompagnement de l'ECE. L'objectif était d'inciter l'élève à faire du lien entre les données qu'il récoltait et son propre savoir afin d'aboutir à une

conclusion plus élaborée que celle qui ne se serait basée que sur les données recueillies. Ce qui laisserait entendre qu'on ne peut interpréter des données sans connaissances apportées (ce qui est plus que discutable comme affirmation).

**Disons-le clairement : cette « méthode », appliquée telle une comptine par les élèves, sans précaution, est tout à fait contraire à l'idée d'exercer le moindre esprit critique.**

C'est encore plus gênant quand ces trois débuts de phrases « à compléter » sont présentées comme étant une démarche scientifique (ce qu'elles ne sont absolument pas).

**Quelques exemples issus de copies de concours pour s'en rendre compte.**

Exemple 1	
<p><u>Je vois que</u> :</p> <p><i>La surface foliaire de la Coronille engainée est plus petite que celle de la Coronille des jardins.</i></p> <p><u>Je sais que</u> ils ne vivent pas dans le même milieu (les paramètres sont différents)</p> <p><u>J'en déduis que</u> la taille est adaptée au paramètre lumière.</p>	<p>Critique 1 :</p> <p>Vous pouvez intervertir n'importe quelle phrase à n'importe quelle place.</p> <p>Je vois que les deux plantes ne vivent pas dans le même milieu / je sais que la taille est adaptée à la lumière / j'en déduis que les deux plantes n'auront pas la même surface foliaire...</p> <p>Critique 2 :</p> <p>On le sait bien, le « je sais que » est ici opportuniste : on a déjà la conclusion et on cherche quelque chose à mettre au milieu de la comptine non pas pour répondre au problème mais pour répondre à une question de forme.</p>
<p>Question :</p> <p>Une « simple » mise en relation a-t-elle valeur de preuve ?</p>	

## Exemple 2

« J'observe qu'il y a plus de Monodontes (2,5) dans la ceinture à Pelvétie que dans les autres ceintures, or je sais que le Monodonte est un mollusque marin brouteur d'algues possédant une petite dent à proximité de l'ouverture de sa coquille. J'en déduis que le Monodonte se nourrit de Pelvéties (sa petite dent doit lui apporter de l'aide lors de son nourrissage) ».

Critique : une traduction « sévère »

- Je vois des coquillages associés à une algue particulière
- Je sais qu'ils mangent des algues
- J'en déduis qu'ils mangent cette algue particulière

Questions :

Est-ce que la « méthode » démontre quoi que ce soit ?

Est-ce que des connecteurs logiques suffisent à la qualité d'un raisonnement ?

Est-ce qu'une « simple » mise en relation a-t-elle valeur de preuve ?

Ces exemples illustrent deux choses en particulier :

Premièrement la méthode du « Je vois que A, je sais que B, j'en déduis que C » convient d'abord à la personne qui connaît déjà la réponse C et qui cherche à confirmer cela par une donnée A issue de recherches puis qui cherche la connaissance B qui pourra appuyer le tout. C'est un raisonnement à rebours scientifiquement peu recommandable si on tente de s'arranger avec les données. C'est le type de raisonnement qui nous écarte du doute puisqu'on essaiera toujours de trouver le ou les arguments qui conviennent à la réponse attendue.

Il en ressort de très nombreux raisonnements circulaires où corrélations et causalités s'amalgament de la plus mauvaise des manières.

Deuxièmement, ce n'est pas une démarche scientifique.

Prenons le début de cette méthode. Le « j'observe que » doit déjà poser question. Ici il ne s'agit pas d'une observation dans le sens d'une recherche de données (j'observe une lame au microscope pour,

j'observe un affleurement pour...) mais le plus souvent « l'observation » d'un résultat porté par un document (« j'observe » que dans ce graphique la quantité de dioxygène augmente...). Ce qui nous situe plutôt en fin de démarche d'investigation : les hypothèses, la stratégie, la recherche de données (par observation, expérimentation, modélisation, manipulation, etc.) sont déjà produites. Nous sommes donc dans un moment de la démarche où, à partir de données nouvelles (je vois que) et d'autres connues (je sais que), on cherche à interpréter (j'en déduis que).

Il en ressort que cette méthode n'est pas une démarche scientifique et il ne faudrait pas la qualifier comme telle. Au mieux, on la présentera comme une aide possible à la formulation d'un raisonnement dans un type d'exercice particulier (mais il existe évidemment d'autres façons de faire). Il s'agit en fait d'une forme de rhétorique qui pourrait s'appliquer sur n'importe quel sujet sans pour autant construire quelque chose de vérifiable.

## Quelques biais de cette méthode (un peu d'esprit critique)

- ✓ « **je vois que A...** » : Mise en cause de la rhétorique par manque de données

*Je vois que la quantité de dioxygène augmente dans l'enceinte où il y a des élodées ; je sais que la respiration c'est une consommation de dioxygène ; j'en déduis que l'élodée ne respire pas.*

Trop souvent nous aurons une mise en place de généralisations abusives.

- ✓ « **je sais que B** » : Mise en cause de la rhétorique par fragilité de la connaissance

*Je vois que la plante pousse dans la terre ; je sais que la plante a besoin de matière organique ; j'en déduis que la terre est nécessaire à la croissance de la plante.*

### Des questionnements à questionner...

Encourager les élèves à faire preuve d'esprit critique nécessite pour l'enseignant de bien faire attention aux questions qu'il pose à l'oral comme à l'écrit. De manière générale, les questions fermées appellent des réponses courtes (bien souvent des mots en réalité) qui ne donnent pas la possibilité à l'élève d'exprimer un point de vue et d'argumenter. En répondant par le mot attendu, il suit (devine) le raisonnement de l'enseignant. Et il n'est pas rare que ce « texte à trous oral » soit suivi d'un « texte à trous écrit » limitant d'une part le développement de l'esprit critique et d'autre part le développement des compétences langagières.

Les questions des exercices proposées aux élèves (y compris sur les manuels) méritent d'être elles-mêmes questionnées. Dans l'exemple suivant, la consigne

Le problème se pose quand la fiabilité de ce savoir est remise en cause. Beaucoup d'élèves « pensent que... » mais ne se posent pas la question de la robustesse scientifique de ce savoir.

- ✓ « **j'en déduis que C...** » : Plutôt « friable », non ?

Et tout cela sans compter sur une utilisation malhonnête de la formule. Utilisation de la rhétorique (à dessein...) par des créationnistes : *J'observe des fossiles de libellule de l'ère primaire ; je sais par comparaison que les libellules actuelles sont identiques ; j'en déduis qu'il n'y a pas eu d'évolution.*

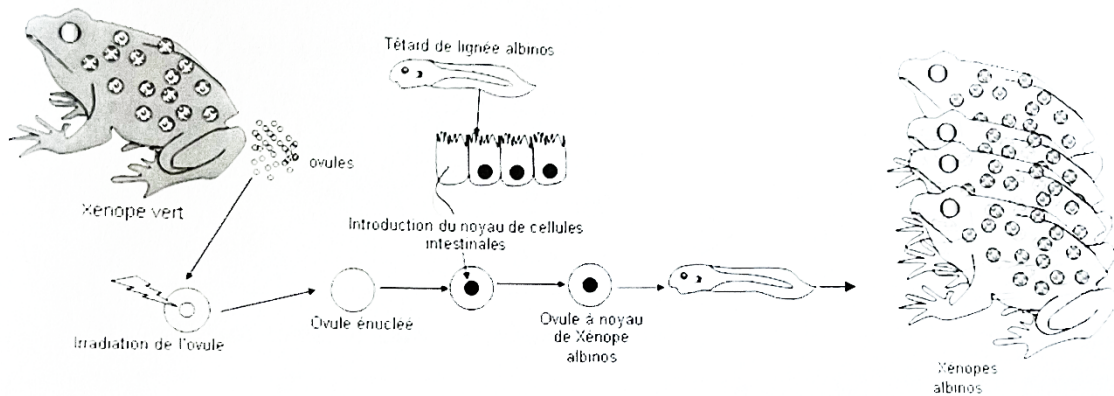
invite l'élève à décrire d'abord le document avant d'en tirer une conclusion. L'élève ne se pose pas la question de savoir si l'expérience, telle qu'elle est présentée, est rigoureuse ou non, pour deux bonnes raisons :

- 1- Il fait confiance à l'enseignant et au manuel (ce qui est rassurant quelque part !)
- 2- C'est une expérience historique réalisée par un grand biologiste : le problème est la simplification et le non-dit (protocole avec témoin, répété un grand nombre de fois...)

Ce qui est intéressant de constater ici, c'est la réponse réflexe de l'élève qui prépare trois paragraphes : on observe que / or je sais que / j'en déduis que.

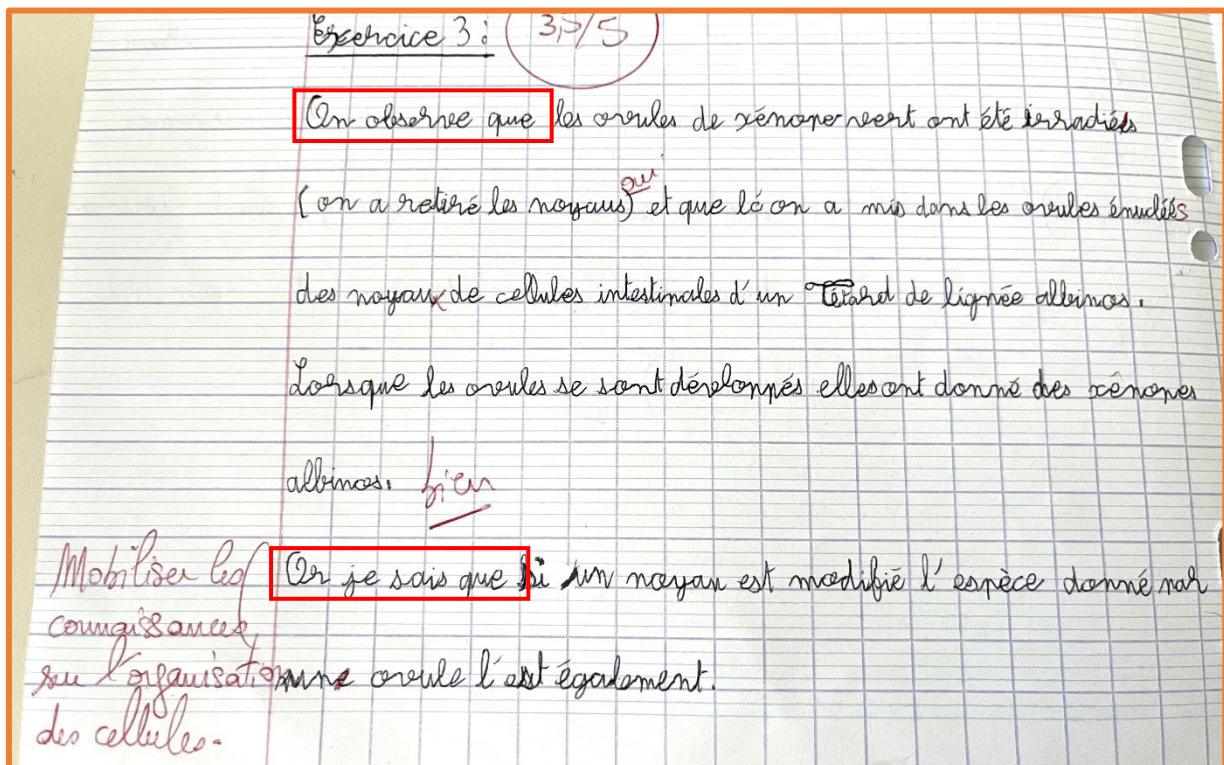
**Exercice 3 : Une expérience de clonage** (durée conseillée : 15 minutes, 5 points)

Le Xénope est un amphibien aquatique d'Afrique, il en existe de nombreuses espèces. Voici le schéma d'une expérience réalisée en 1960 par John Gurdon, un biologiste britannique :



<http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/IMG/gif/gurdon.gif>

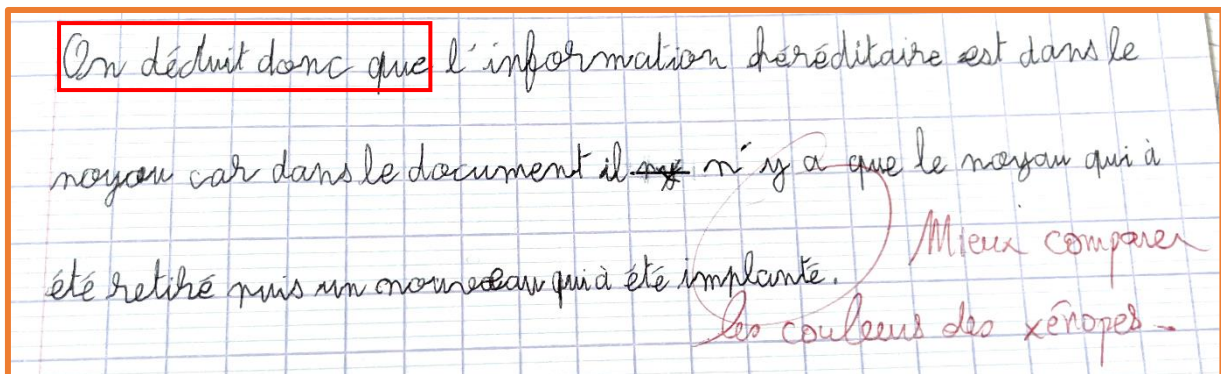
**Consignes :** A partir des informations extraites du document, déterminer où est localisée l'information génétique (comme la couleur de peau chez le Xénope) dans les cellules en justifiant.



- 1- On observe que... = description de l'expérience
- 2- Or je sais que... = l'élève va chercher dans ses connaissances : il connaît l'organisation de la cellule (membrane plasmique, cytoplasme, noyau) et il a appris que le noyau contient l'information génétique (ce qu'il a cherché à exprimer)



Le « or je sais que » n'a ici aucun intérêt, sauf à montrer qu'il peut répondre à la question sans même étudier l'expérience ou la comprendre car il sait déjà que le noyau contient l'information génétique ! L'attente du professeur est dans le « justifier », ce qui est plus délicat pour l'élève qui ne voit pas toujours l'implicite derrière ce mot.



- 3- « J'en déduis que l'information génétique est contenue dans le noyau ». Qu'apporte l'expérience ? une confirmation de ce qu'il sait déjà ! en lui demandant de comparer les couleurs, le professeur attend...la justification. Finalement on a une circularité du raisonnement (on cherche à montrer ce qu'on sait déjà en s'appuyant sur ce qu'on sait déjà...).

Exercice 3 : Une expérience de clonage

**On observe qu'on** prélève des ovules produits par un xénope vert femelle, ces ovules sont énucléés (noyaux éliminés) donc on ne conserve que la membrane et le cytoplasme de chaque ovule. On réintroduit dans ces ovules énucléés le noyau des cellules intestinales prélevées chez un têtard de xénope albinos. Les nouvelles cellules-œufs formés sont donc constituées : - de la membrane et du cytoplasme d'un ovule de xénope vert ;  
- du noyau provenant de têtard de xénope albinos.

L'opération étant répétée plusieurs fois, les ovules transformés donneront à chaque fois des têtards qui se métamorphosent en xénope albinos.

**On en déduit que** c'est bien le noyau qui gouverne la couleur et les caractères du xénope puisque les xénope sont albinos et non verts. L'ovule sans le noyau et uniquement avec sa membrane et son cytoplasme, ne joue aucun rôle. Le noyau contient bien le programme génétique.

Domaine	D4 : Les systèmes naturels et les systèmes techniques					
Compétence	Interpréter des résultats et en tirer une conclusion					
Critères de réussite	Démarche complète		Démarche partielle		Aucune démarche	
	Description complète des résultats. Toutes les informations issues des documents sont citées		Description incomplète des résultats		Description non rigoureuse voire absente des résultats.	
	Déduction complète et cohérente	Déduction incomplète ou illogique	Déduction complète répondant au problème.	Déduction partielle ou incohérentes	Déduction correcte	Pas de déduction ou incohérente
Niveaux de maîtrise	Très satisfaisant 5	Satisfaisant 4	Satisfaisant 3.5	Fragile 2.5	Insuffisant 1	Insuffisant 0 à 0.5

On retrouve dans le corrigé du professeur l'étape 1 et 3. Le « or je sais que » n'y est pas : on voit bien que cette étape n'est pas nécessaire. Alors pourquoi l'élève y a pensé ? on ne peut s'empêcher de voir une forme de normalisation d'une démarche de résolution (ou d'interprétation) qui passerait par ces trois étapes ! Le professeur rajoute dans son corrigé quelque chose d'intéressant d'un point de vue scientifique : la notion de répétition du protocole « (plusieurs fois » dit-il). Exact, mais cette information ne figure pas dans le document. Plus étonnant, il conclut que l'ovule sans le noyau mais uniquement avec sa membrane et son cytoplasme ne joue aucun rôle : pourtant il n'y a pas de témoin dans cette expérience. On aurait voulu savoir si un ovule de Xénope vert irradié ou non donne un Xénope albinos !

Puisque l'élève connaît la réponse car il est censé avoir appris son cours, pourquoi ne pas lui demander plus directement **comment cette expérience historique a permis de savoir que l'information génétique se trouve dans le noyau ?** Cela l'amènerait certainement à rechercher davantage les arguments attendus dans l'implicite « justifier ». Le « comment » interroge davantage le processus que le résultat et incite l'élève à faire preuve d'esprit critique.

On analyse par cet exemple plusieurs points :

- « Une méthode » sûrement apprise par l'élève et qu'il cherche à replacer de manière automatique. (Il n'est pas rare de voir des élèves préparer leurs trois paragraphes).
- L'importance de la consigne qui oriente l'élève vers le déploiement de cette « méthode » au détriment **d'une recherche d'arguments, de preuves qui devrait l'amener à exercer davantage son esprit critique.**
- La difficulté à donner des conseils pour progresser : le positionnement laisse penser que l'élève a compris (déduction complète répondant au problème) mais n'a pas suffisamment décrit (description incomplète des résultats). Pas facile de savoir ce qu'il doit travailler : mieux comparer ? mobiliser des connaissances ? Comment généraliser ? Probablement autre chose !

#### Exemple suivant.

Si l'esprit critique peut être évalué indirectement à travers une recherche d'arguments, il peut faire l'objet de questions plus directes comme dans l'activité ci-dessous où les élèves sont invités à exercer leur esprit critique pour :

- 1- chercher à comprendre le problème qui se posait à Wood et essayer de schématiser son expérience,
- 2- expliquer en quoi elle a donné raison au fait que l'expression « effet de serre » est maladroite,
- 3- identifier les biais de l'expérience.

#### Note sur la « théorie de la serre »

*Selon une croyance répandue, les températures relativement élevées atteintes dans un espace fermé par un couvercle de verre, et exposé au rayonnement solaire, seraient le résultat d'une transformation de longueurs d'onde : les rayons solaires, capables de traverser le verre, s'arrêtent sur les parois de l'enceinte et en élèvent la température. L'énergie est alors réémise par les parois sous forme de radiations de plus grandes longueurs d'onde, qui ne peuvent pas traverser le verre : la serre agit donc comme un piège à rayonnement. J'ai toujours émis des doutes sur l'importance de cet effet dans l'élévation de la température de la serre. Il me semble beaucoup plus probable que le rôle joué par le verre est d'empêcher la sortie d'air réchauffé par le sol dans l'enceinte. Si on ouvre les portes d'une serre un jour froid et venteux, le piégeage du rayonnement perd beaucoup de son efficacité. Par conséquent je pense qu'une serre faite d'un matériau transparent à toutes les longueurs d'onde montrerait une température presque aussi élevée que celle que l'on observe dans une serre de verre. L'écran de verre transparent permet au rayonnement solaire de chauffer le sol, et le sol réchauffe à son tour l'air, mais seulement la quantité d'air limitée à l'enceinte. Dans une serre ouverte, le sol est continuellement en contact avec l'air froid transporté par des courants de convection.*

*Pour résoudre ce problème, j'ai construit deux enceintes avec du carton noir, l'une avec un couvercle de verre, l'autre avec un couvercle de halite d'égale épaisseur. Un thermomètre a été insérée dans chaque enceinte et le dispositif a été emballé dans du coton, exceptés les couvercles transparents restants exposés. Une fois exposé au soleil, la température s'éleva graduellement jusqu'à 65°C, l'enceinte à couvercle de halite prenant une température un peu*

*plus élevée que celle de l'enceinte en verre, dû à la transmission par la halite de radiations solaires des plus grandes longueurs d'onde, arrêtées par le verre. Afin d'éliminer cet effet, la lumière du soleil fut préalablement filtrée par une plaque de verre avant d'atteindre la halite. Dans ces conditions, il n'y a plus qu'une différence de température d'à peine un degré entre les deux enceintes.*

*La température maximale atteinte est d'environ 55°C. D'après le spectre de rayonnement d'un corps à 55°C, il est clair que le couvercle de halite est capable de transmettre pratiquement tout ce rayonnement, alors que le verre l'arrête entièrement. Ceci nous montre que la perte d'énergie par rayonnement du sol est très faible par rapport à la perte par convection, en d'autres termes que nous gagnons très peu par emprisonnement du rayonnement [...].*

Professeur R. W. Wood, 1909

Traduction de la note transmise par R.W. Wood (Note on the Theory of the Greenhouse, publié dans le London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine, 1909, vol 17, p319-320)

*Consignes :*

A la lecture de la note sur la théorie de la serre :

- ✓ **Expliquez pourquoi R.W Wood a émis un doute sur l'importance de l'effet « piège à rayonnement » du verre de la serre.**
- ✓ **Schématisez son expérience pour montrer comment il a procédé pour prouver que l'effet de la convection est supérieur à l'effet des radiations dans une serre.**

L'expérience de Wood, comme beaucoup d'autres sur l'effet de serre, est loin d'être parfaite. Les matériaux utilisés (verre et halite) n'ont pas que des propriétés optiques différentes : la halite a une plus faible conductivité thermique. Ce matériau est en effet 10 fois plus isolant que le verre.

- ✓ **Pourquoi cette nouvelle donnée rend le résultat de son expérience critiquable, sachant que les parois de la serre avaient la même épaisseur ?**
- ✓ **Pourquoi l'expression « effet de serre » est mal appropriée pour la Terre ?**
- ✓ **Selon vous, cette expérience remet-elle en cause « l'effet de serre » ?**

## Des alternatives recevables scientifiquement

Puisqu'il s'agit avant tout de proposer une « méthode » aux élèves pour les aider à rédiger une interprétation, une réponse nous pouvons leur proposer une rédaction reposant sur **quelques questions à se poser** (se poser les bonnes questions rend compte d'un raisonnement quand appliquer une recette rend compte d'un automatisme).

	<b>Des questions à se poser en lien avec un raisonnement impliquant l'esprit critique</b>	<i>Des formulations possibles</i>
A	<b>Ecrire la réponse au problème posé</b>  Correspond à la connaissance construite	<i>On peut penser que... Ma 1ere explication serait...</i>
B	<b>Quels sont les arguments issus des observations et mesures (le cas échéant, les arguments issus des documents scientifiques consultés) sur lesquels mon interprétation s'appuie ?</b>  Correspond aux arguments matériels ; Conditionne le caractère scientifique de l'interprétation	<i>Car on a pu observer que, mesurer que... Les données ou mesures indiquent que...</i>
C	<b>Est-ce que j'ai besoin d'une connaissance nécessaire à l'établissement d'un lien causal ?</b>  Correspond aux connaissances (qui peuvent aussi inclure des arguments matériels) Conditionne potentiellement le caractère scientifique de l'interprétation	<i>Par ailleurs...</i>
D	<b>En quoi cette interprétation n'est pas définitive ou à compléter ?</b>  Correspond à l'exercice de l'esprit critique Conditionne la qualité de la fiabilité de l'interprétation	<i>Mais on pourrait... Ce qui me permet de penser que... mais on pourrait se demander si...</i>





### Remarque importante :

Nous éviterons de proposer une nouvelle recette... Les propositions de rédaction (On peut penser que... Car...) ne sont absolument pas à poser dans un ordre immuable. Selon le problème initial il n'y a pas toujours besoin d'ajouter de l'esprit critique. Selon les arguments posés, il n'est pas toujours nécessaire de poser artificiellement une connaissance en liaison. L'idée générale restera toujours :













- « si j'interprète cela c'est que j'ai des preuves matérielles pour le faire »
- « si je découvre des liens de causalité c'est parce que... »

Ainsi le travail de recherche de l'élève reste le même et l'ancre bien dans la totalité de la démarche avec une interprétation qui repose sur des données, des liens de causalité avérés (ou supposés) ainsi que possiblement sur une réflexion autour de la fiabilité de la démarche dans son ensemble (et non une interprétation reposant sur la conformité à une règle rhétorique de formalisation).

Critique d'une stratégie : un visuel pour les élèves qui explique comment l'esprit critique s'exerce au sein d'une démarche d'investigation scientifique.

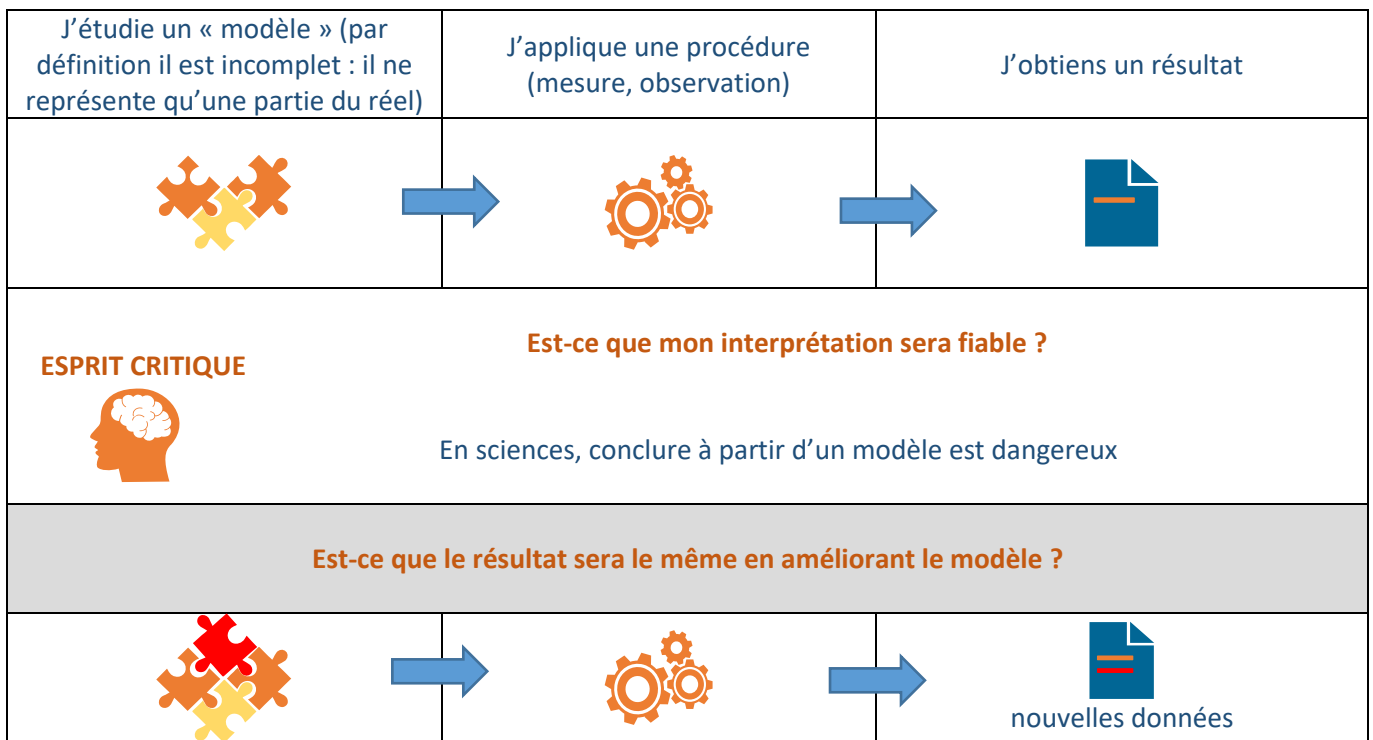
<b>Point de départ</b> : j'effectue une démarche scientifique. Face à un problème, une question, je vais chercher des preuves pour donner une réponse possible.		
<b>J'étudie un objet</b> (en lien avec une question)	<b>J'applique une procédure</b> (mesure, observation)	<b>J'obtiens un résultat</b>
		
<b>ESPRIT CRITIQUE</b> 	<p>La question à se poser : <b>Est-ce que mon interprétation sera fiable ?</b></p> <p>En sciences, conclure à partir d'une seule étude est toujours dangereux... Je peux interroger l'objet étudié, la procédure choisie...</p>	

**Quatre questions plus précises pour exercer une critique dans sa démarche**

<b>Est-ce que le résultat sera exactement le même si je répète la procédure à l'identique ?</b>		
		 nouvelles données
<b>Est-ce que le résultat sera exactement le même si je répète la procédure sur d'autres objets ?</b>		
		 nouvelles données
<b>Est-ce que le résultat sera exactement le même si j'utilise une autre procédure ?</b>		
		 nouvelles données
<b>Est-ce que le résultat sera exactement le même si j'améliore la procédure ?</b>		
		 nouvelles données
<p><b>Dans chaque cas : je compare les nouvelles données avec le résultat initial :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ma <u>première</u> interprétation pourra être <u>modifiée</u>.</li> <li>• ma <u>nouvelle</u> interprétation sera <u>plus fiable</u></li> </ul>		

Quand les données sont comparables entre elles, on peut également faire une étude statistique (moyennes, écarts-types, incertitudes...).

### Cas particulier : l'utilisation d'un modèle



Un exemple d'utilisation de cet outil en classe de terminale est proposé en annexe.

L'ECE a pour beaucoup joué dans la transformation des pratiques en classe. 2023 a marqué une nouvelle étape par l'introduction des sujets de type « poursuite de stratégie » et l'évaluation explicite de l'esprit critique quel que soit le type de sujets.

### Curseur pour l'évaluation de la conclusion finale

Description des critères	Niveau	Points
On attend du candidat qu'il présente une conclusion : <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Complète</b>, c'est-à-dire qui utilise toutes les informations issues de l'activité réalisée, des ressources et des différentes étapes.</li><li>• <b>Organisée</b>, c'est-à-dire qui relie logiquement l'ensemble de ces informations.</li><li>• <b>Distanciée</b>, c'est-à-dire qui interroge la démarche suivie ainsi que la qualité et la validité des données recueillies.</li></ul>	Niveau A : 3 critères	3
	Niveau B : 2 des 3 critères	2
	Niveau C : 1 des 3 critères	1
	Niveau D : rien à valoriser	0

Source : Eduscol

Exercer son esprit critique est donc aujourd'hui une compétence explicitement évaluée dans l'épreuve d'ECE. Il ne faudrait cependant pas en faire un exercice exclusif de l'ECE mais bien une pratique fréquente et normale d'un cours de sciences.

---

Pas besoin de polémique pour travailler l'esprit critique

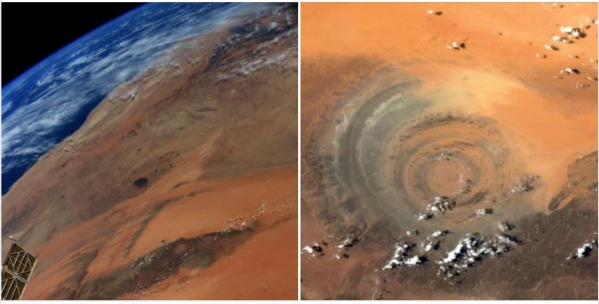


**Nous vous proposons**, pour commencer cette partie, d'analyser une séance qui a été conçue pour mettre explicitement en évidence le mode de construction du savoir scientifique, c'est-à-dire reposant sur une méthode contrainte intégrant quatre piliers définis par Guillaume Lecoindre : scepticisme initial, matérialisme, réalisme, rationalisme. Proposer plusieurs solutions-hypothèses favorise le scepticisme initial ; la recherche repose uniquement sur des données matérielles ; des indices non appréhendables par nos sens comptent, l'explication finale se voudra parcimonieuse.

Nous vous invitons tout d'abord à prendre connaissance de la séquence proposée :

**DEROULEMENT DE LA SEANCE**

**Etape 1 : accroche pour problématiser**

Un message de Thomas Pesquet publié le 23 mai 2021	Des commentaires d'internautes
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>Thomas Pesquet est à Mauritanie.</b> 23 mai · 🌐</p> <p>Un autre usual suspect des photos d'astronaute (franchement je crois qu'on l'a tous pris en photo un jour ou l'autre), c'est la structure de Richat, ou l'œil du désert. Facile à trouver parce qu'avec son diamètre de 50 km, on le voit à l'œil nu (trouvez-le sur la deuxième photo). L'absence de nuages dans cette zone aide aussi légèrement à ne pas le rater ! #MissionAlpha #Sahara #Richat <a href="https://www.flickr.com/photos/thom_astro/">https://www.flickr.com/photos/thom_astro/</a> 🟢</p>  <p>👍❤️ 61 K      1,2 K commentaires 3,5 K partages</p> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Quel chef d'oeuvre artistique ! Coup de Maître de l'Architecte de l'Univers</p> <p style="text-align: right;"><b>A</b></p> </div>
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>On a longtemps cru à un impact mais il s'agit en fait d'un ancien système volcanique qui s'est effondré et érodé.</p> <p style="text-align: right;"><b>B</b></p> </div>
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>« D'où viennent ces bagues parfaites? Et elles ne semblent pas tout à fait naturelles. Comme si quelqu'un de très gros prenait un pinceau et au milieu du désert de l'Adrar mauritanien , qui est situé au nord-ouest de l'immense désert du Sahara, a peint des cercles, comme s'il voulait représenter quelque chose. »</p> <p style="text-align: right;"><b>C</b></p> </div>
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Magnifiques photos. Je me demande quel est le phénomène qui a sculpté cette forme</p> <p style="text-align: right;"><b>D</b></p> </div>
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Superbe ammonite géante, quelle belle structure volcanique!! c'est très impressionnant !merci pour ces belles photos de notre planète !</p> <p style="text-align: right;"><b>E</b></p> </div>
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>S'agit il d'un bassin d'effondrement ( disparition d'un lac ....?) ou d'un cratere de météorite ??? Magnifique ... 🤩</p> <p style="text-align: right;"><b>F</b></p> </div>

On demande aux élèves de classer les commentaires en faisant la liste des réponses possibles : Impact de météorite (B, F) – intervention divine (A, C) – volcanisme (B, E) – fossile géant (E) – ancien lac (F). Il est possible d'intégrer d'autres propositions : intervention extraterrestre, essai nucléaire, construction humaine, etc. Il est possible de catégoriser en propositions qui relèvent d'une croyance ou pas...

**Etape 2 : proposer une stratégie de résolution**

On peut demander à chaque élève de faire un « pari » avant de lancer l'investigation (par exemple avec un outil de sondage comme Plickers ou comme Wooclap (au lycée car nécessite l'utilisation d'un smartphone).

Point central du raisonnement : si c'est du volcanisme... alors quels indices matériels peut-on retrouver à cet endroit ? On demande aux élèves de lister les indices possibles : tableau à compléter (seul, en groupe, en se répartissant les objets, suivi d'une mise en commun) : ces indices auront statut de preuves.

Si l'origine de cette structure est...	Alors nous devrions pouvoir retrouver à cet endroit les indices suivants...
Du volcanisme	<i>Des roches volcaniques, des gaz associés, des traces de fusion, de chaleur ?</i>
Une météorite	<i>Des roches associées, des traces d'impact, de forte pression ?</i>

Un lac	<i>Des sédiments lacustres, des fossiles de poisson ?</i>
Une construction humaine	<i>Des outils, des structures régulières de type construction ?</i>
Un être vivant fossilisé	<i>Un fossile géant, avec des organes géants ?</i>

### Etape 3 : l'investigation

Les élèves seront placés sur une recherche documentaire. Il est possible de proposer une liste de sites concernant la structure de Richat mais trop souvent la réponse est donnée. L'idéal est donc de constituer un petit corpus documentaire constitué uniquement de données prélevées sur le site et de données issues d'autres endroits pour comparer. Les élèves peuvent alors les exploiter et compléter le tableau en surlignant chaque indice retrouvé à cet endroit. Cette étape gagnera à être travaillée en petits groupes de façon à se partager les données : mode coopératif répartissant les documents du corpus documentaire.

Remarque : On trouve sur le site des roches sédimentaires (grès, quartzites, et du calcaire), des roches volcaniques (rhyolite, gabbro, kimberlite), des traces de lac, aucun indice d'impact. Il sera intéressant de constater qu'on peut écarter définitivement certaines hypothèses (le fossile géant) et que certaines hypothèses recueillent plus d'indices que d'autres.

Ressources à didactiser pour constituer un corpus documentaire :

[https://www.academia.edu/9220436/The\\_eye\\_of\\_Africa\\_Richat\\_dome\\_Mauritania\\_An\\_isolated\\_Cretaceous\\_alkaline\\_hydrothermal\\_complex](https://www.academia.edu/9220436/The_eye_of_Africa_Richat_dome_Mauritania_An_isolated_Cretaceous_alkaline_hydrothermal_complex)

Guillaume Matton, Michel Jébrak, The "eye of Africa"

### Etape 4 : retour sur la démarche, éléments de réponse

L'étude des données réelles nous racontent une histoire écartant l'hypothèse du cratère d'impact ou de fossile géant mais vont dans le sens d'une structure au passé volcanique et lacustre.

## Analyse de la séance

D'une manière formelle, nous pouvons commencer par nous poser quelques questions générales. Au cours de cette séance, les élèves :

- Ont-ils compris quelque chose du monde (au sens où ils vont construire de nouveaux savoirs) ?
- Ont-ils appris quelque chose (au sens des apprentissages et de la construction de compétences) ?
- Ont-ils fait des sciences (au sens épistémologique. Cf les propos de Guillaume Lecoindre dans la partie 3 de ce Magistère) ?

Ces questions sont importantes car 3 réponses positives vont conditionner la construction de l'esprit critique.

Maintenant d'autres questions sont à se poser pour une analyse de pratique plus fine :

- Le sujet abordé est-il de nature à soulever des contestations ?
- Le sujet abordé est-il porteur d'opinions personnelles ou collectives fortes (questions socialement vives) ?
- Le sujet abordé est-il dénué d'opinions ?
- Le sujet abordé est-il idéologique ?
- Le sujet abordé renvoie-t-il vers un questionnement éthique, moral ?
- Les élèves peuvent-ils être amenés à changer d'opinion entre le début et la fin de la séance ?
- Les élèves ont-ils la possibilité d'exprimer des opinions en début de séance ?
- Les élèves ont-ils accès à une pluralité d'opinions ?
- Les élèves reçoivent-ils un message dogmatique avec ce type de pédagogie ?

Et au final : en quoi cette séance permet de construire l'**esprit critique** des élèves ? Quelle(s) condition(s) seraient nécessaires ou favorables à cela ?

Vous pouvez maintenant lire l'analyse de la séance faite par son concepteur.

#### **Etape 1 : accroche pour problématiser**

*Ces réponses sont ici affirmées sans preuves. Il est possible de s'en contenter et de choisir l'une de ces 5 propositions. Le scientifique, lui, va enquêter et chercher des preuves uniquement matérielles, c'est-à-dire des éléments qu'il peut observer, mesurer et comparer entre eux. La proposition de l'intervention divine étant par nature immatérielle (non naturelle ou surnaturelle) le scientifique ne retient pas cette proposition comme hypothèse car elle n'est pas vérifiable par des mesures ou des observations. Ce raisonnement doit être explicité aux élèves avant de passer à l'étape suivante.*

#### **Etape 2 : proposer une stratégie de résolution**

*L'intérêt sera de refaire le même sondage après l'investigation et de constater que des « opinions » ont pu changer par l'apport de nouvelles données (retour réflexif et explicite de fin de séance).*

#### **Etape 3 : l'investigation**

#### **Etape 4 : retour sur la démarche, éléments de réponse**

*Ce n'est donc pas tant l'explication de la structure de Richat qui importe mais bien d'insister explicitement sur comment se construit une réponse scientifique neutre :*

*Un nouveau sondage peut être fait à ce stade pour appuyer le changement de récit entre le début de la séance (opinions) et la fin de séance (après étude de données matérielles) : évolution d'une idée qui s'est pliée « aux faits ». Un bilan explicite intégrera qu'un récit scientifique s'appuie sur des faits, des données matérielles et peut évoluer lui-même si de nouvelles données viennent enrichir l'histoire.*

*La meilleure manière de protéger l'enseignement scientifique de contestations est d'identifier avec précision les limites de son domaine intellectuel.*

Nous constatons ici que la construction de l'esprit critique passe par une maîtrise didactique d'identification du périmètre des sciences. **Ce n'est pas le sujet abordé qui est déterminant mais bien la méthode utilisée** (matérialisme méthodologique) pour le traiter qui compte : ainsi la mise en œuvre d'une démarche d'investigation scientifique reposant sur des données uniquement matérielles écarte, sans opposer, toute autre forme de discours. La construction de l'esprit critique **nécessite** la participation active des élèves à cette démarche.

Le choix d'aborder un sujet « non sensible » est un élément **facilitant** : n'ayant pas d'opinions réellement préconçues, les élèves sont plus disponibles au scepticisme initial. **Faire apparaître une diversité d'opinions dès le début** de la séance est également facilitant puisqu'il renforce l'idée d'opinions personnelles pouvant être remises en cause plutôt que d'opinions collectives à forte inertie. Le choix de proposer d'autres opinions qui ne sont pas issues de la classe est une subtilité psychologique : cela décentre l'élève de sa propre opinion (c'est d'autant plus important avec les élèves jeunes).

La place de telles approches pédagogiques dans une programmation sera à la fois un élément facilitant et nécessaire dans la construction de l'esprit critique.

- **Facilitant** car il est possible de construire, séance après séance, une démarche de raisonnement chez les élèves : à condition d'être explicite sur cette démarche !

- **Nécessaire** car si ce type de démarche n'est pas bien ancrée alors il devient quasiment impossible de la déployer avec efficacité sur des sujets dits « sensibles ». Dans le cas d'une démarche devenue « routine », il est possible d'y faire référence quand on aborde un sujet « sensible ».

**En conclusion, la construction de l'esprit critique repose surtout sur la mise en œuvre de réelles démarches d'investigations scientifiques au quotidien, en lien avec des sujets non polémiques (ou à faible impact d'opinion) avant d'aborder ces derniers.**

Pour clore cette partie sur la construction de l'esprit critique, nous relayons ici 12 conseils généraux issus d'un rapport du conseil scientifique de l'éducation nationale. De fait la séquence proposée en illustration renvoie aux conseils 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9 et 11 (point central pour cet exemple).

1. Ne pas réduire l'éducation à l'esprit critique à une éducation aux médias et à l'information
2. Ne pas faire de l'éducation à l'esprit critique une éducation à la méfiance
3. Inclure systématiquement l'objectif de favoriser le développement de l'esprit critique dans ses cours et se doter des méthodes appropriées
4. Faire de l'éducation à l'esprit critique un enseignement assumé
5. Faire de l'éducation à l'esprit critique un objectif transdisciplinaire grâce à des enseignements pluridisciplinaires
6. Faire de l'éducation à l'esprit critique un objectif durable et évolutif, une progression
7. Accepter que l'objectif soit celui de faire mieux, non celui de ne jamais se tromper
8. Entraîner les capacités métacognitives
9. Ne pas renoncer aux connaissances
10. Inviter à débattre et à argumenter, mais en prenant des précautions
11. Ne pas se limiter à des thèmes "chauds"
12. Ne pas limiter l'enseignement de l'esprit critique à la connaissance des biais cognitifs et éviter les listes de biais

*Pasquinelli, E., & Bronner, G. (2021). Éduquer à l'esprit critique. [Rapport du Conseil scientifique de l'Éducation nationale (CSEN)].*

---

Construire l'esprit critique pour construire des  
valeurs

## Compétences, connaissances, composantes

Nous prendrons en support de la réflexion la compétence « **adopter un comportement éthique et responsable** » que l'on retrouve dans les programmes de cycle 3 et 4 en SVT et que l'on pourra également associer à la compétence « **Argumenter des choix en matière de santé et d'environnement en prenant en compte des arguments scientifiques** » qui est dans le livret scolaire du lycéen.

Les valeurs qui se dessinent derrière ce qu'on appelle un comportement éthique et responsable (chacun des trois mots est important) renvoient bien à la construction de la citoyenneté.

Les programmes précisent, sous la forme **d'objectifs**, ce qui contribue à la construction d'un comportement éthique et responsable :

1. Identifier les impacts (bénéfiques et nuisances) des activités humaines sur l'environnement à différentes échelles.
2. Fonder ses **choix de comportement responsable** vis-à-vis de sa santé ou de l'environnement sur des arguments scientifiques.
3. Comprendre les **responsabilités individuelle et collective** en matière de préservation des ressources de la planète (biodiversité, ressources minérales et ressources énergétiques) et de santé.
4. Participer à l'élaboration de **règles** de sécurité et les appliquer au laboratoire et sur le terrain.
5. **Distinguer** ce qui relève d'une croyance ou d'une idée et ce qui constitue un savoir scientifique.

Les objectifs ainsi définis sont particulièrement explicites : en s'appuyant sur des domaines comme la santé, l'environnement, il s'agit de fonder des choix (liberté) pour adopter des comportements individuels et collectifs (fraternité) tout en construisant et respectant des règles partagées (égalité). Une méthode est mise en lumière en SVT : l'argumentation scientifique. **Les objectifs 2 et 5 renvoient assez bien à l'idée de pensée critique.**

Il apparaît qu'adopter un comportement éthique et responsable, et **donc des valeurs**, nécessite le croisement de trois grandes composantes :

- **Une composante scientifique :**

Ce sera tout à la fois une composante intégrant de la démarche, de l'argumentation scientifique en abordant des sujets notionnels de l'éducation à la santé, au développement durable, à la sécurité.

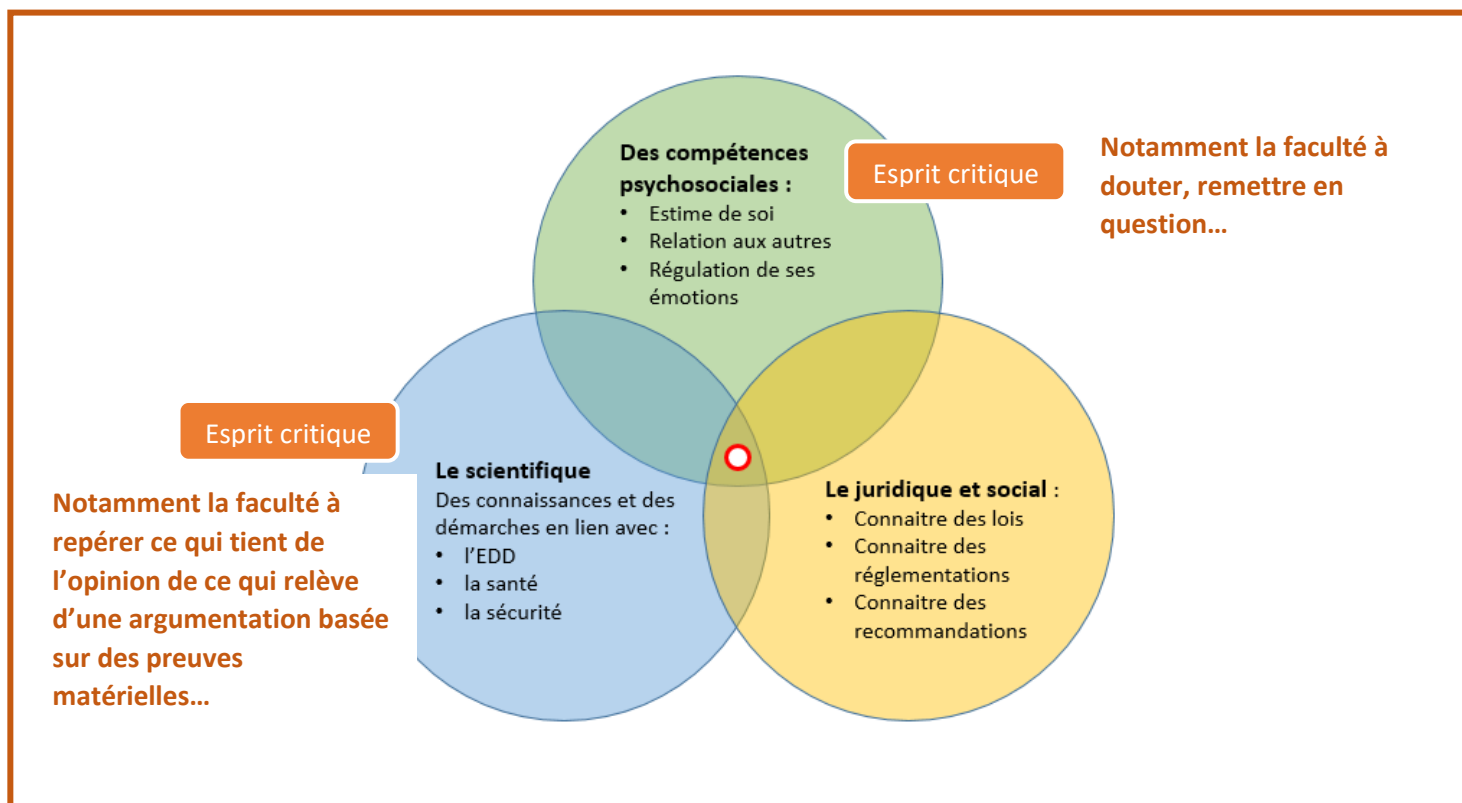
- **Une composante juridique et sociale :**

Ce sera davantage une composante intégrant des connaissances autour des lois, des réglementations, des recommandations (en lien avec les sujets scientifiques abordés).

- **Une composante des compétences psychosociales :**

Ce sera une composante relative à l'estime de soi, sa relation aux autres, l'empathie, sa capacité à réguler ses émotions.

La place de l'**esprit critique** se situera à la fois dans la composante scientifique et dans celle des compétences psychosociales.



Ces trois composantes sont indissociables si on veut construire un comportement éthique et responsable. Les savoirs scientifiques et l'empathie ne suffisent pas si on méconnaît totalement les lois. De même il sera difficile d'imaginer une affinité avec l'éthique chez un scientifique connaissant parfaitement la réglementation mais sans empathie aucune.

Une difficulté sera de positionner l'esprit critique dans ce schéma.

Inutile de débattre longuement sur le qualificatif à associer à l'esprit critique : nous l'avons vu en

première partie de ce dossier, l'esprit critique est difficile à définir. Pour simplifier l'esprit critique relève tout à la fois d'une « attitude » (le doute raisonné et raisonnable) qu'on associera aux compétences psychosociales et de raisonnements qu'on associera à la composante scientifique. L'un irrigant l'autre, il reste important de prendre en compte que l'esprit critique est donc lui-même une pierre angulaire à la construction de valeurs.

Et s'il paraît impensable d'évaluer objectivement des valeurs, on peut en évaluer les composantes, dont l'esprit critique.

### Un exemple : la maîtrise de la reproduction.

Au cycle 4, puis en seconde, plusieurs aspects biologiques sont vus en cours de SVT :

- Les hormones sexuelles chez la femme dans le cadre d'un cycle sexuel
- Le mode d'action d'une pilule contraceptive

- Le mode d'action de la pilule d'urgence (qui porte d'ailleurs particulièrement mal son nom dans les manuels : « pilule du lendemain ». Dans de nombreux cas, le lendemain, c'est trop tard).

Est-ce qu'avoir ces connaissances, même construites par une démarche scientifique en classe permet d'adopter un comportement éthique et responsable ? Répondre « oui » tient davantage du pari que d'autre chose. Nous sommes restés ici dans la composante scientifique. Ai-je le droit de prendre la pilule ? Où puis-je la trouver ? Et si « c'est trop tard » qu'est-ce que je peux faire ? Toutes ces questions nécessitent un apport juridique et social.

Il faut donc connaître des lois. Par exemple le droit à l'IVG en France (jusqu'à combien de semaines ?), la réglementation sur la possibilité d'une contraception gratuite, etc...

Enfin réguler ses émotions face à une situation et un choix difficile à faire, la relation aux autres pour aider quelqu'un dans une telle situation sont des éléments indispensables pour que la personne concernée par un choix, le fasse en responsabilité et aussi dans le respect de ce qui est autorisé en République.

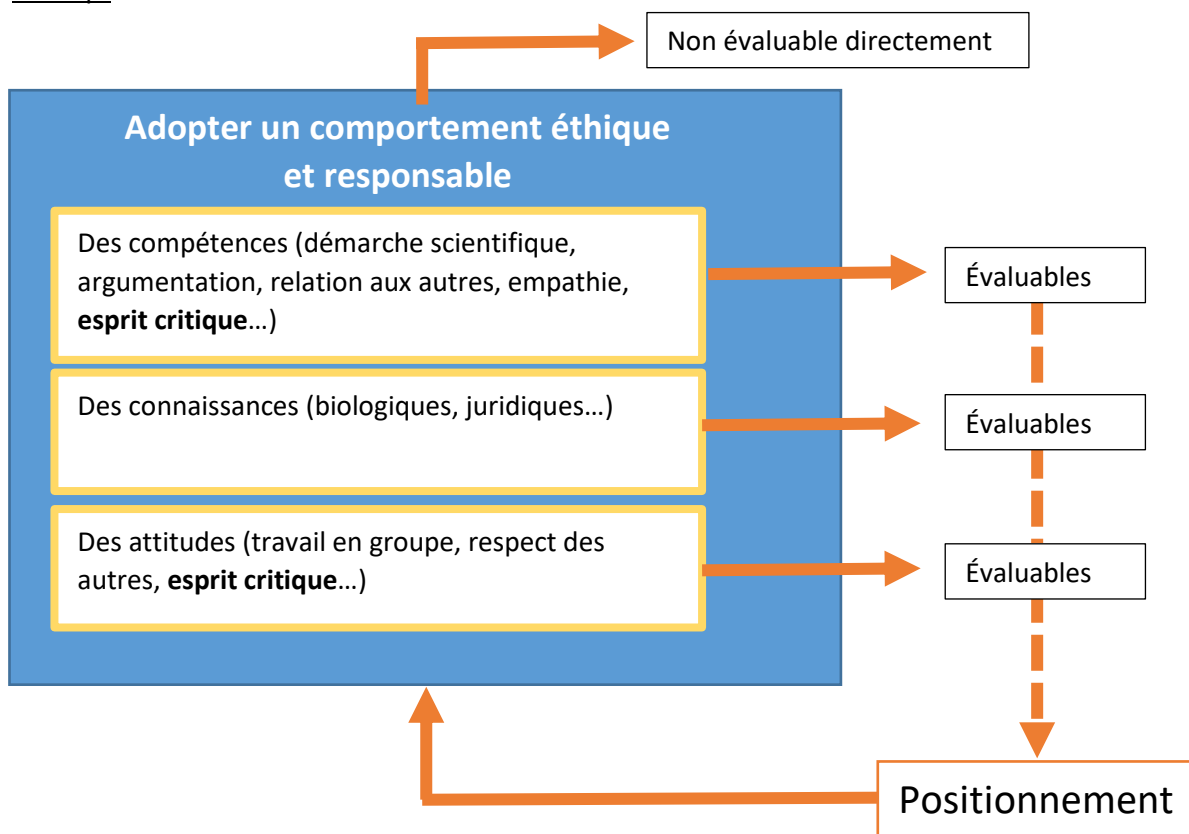
Un exemple de séance proposée en Annexe 3 (la pilule du lendemain – classe de seconde) illustre les idées de ce paragraphe en mettant en balance deux composantes en termes de compétences psychosociales : l'esprit critique et l'empathie.

### Evaluation de la compétence « adopter un comportement éthique et responsable » ?

Nous avons ici un problème d'échelle de la « compétence » : elle recèle trop de complexité pour pouvoir être réellement évaluée au sens strict (dans le sens où, dans un cadre certificatif, il y aurait un exercice évaluant cela).

Nous sommes clairement dans un grand « domaine » où il s'agira de **positionner** l'élève à partir d'un ensemble d'observables en croisant les trois composantes citées (et pour lesquelles un ensemble d'évaluations peuvent être portées).

#### Concept





<p>L'intégration de valeurs républicaines en SVT</p> <p>3 composantes pour former et évaluer</p> <p><b>Des compétences psychosociales :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estime de soi</li> <li>• Relation aux autres</li> <li>• Régulation de ses émotions</li> <li>• ...</li> </ul> <p><b>Le scientifique</b> Des connaissances et des démarches en lien avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• l'EDD</li> <li>• la santé</li> <li>• la sécurité</li> </ul> <p><b>Le juridique et social :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Connaître des lois</li> <li>• Connaître des réglementations</li> <li>• Connaître des recommandations</li> </ul> <p>Esprit critique</p> <p>Adhérer n'est pas que connaître</p> <p>Sujets – Thèmes qui engagent des valeurs</p> <p>Cadre républicain</p>	<p><b>Finalités</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maîtrise de la reproduction</li> <li>• Prévention des IST</li> <li>• Se protéger, protéger les autres</li> <li>• Lutte contre les discriminations</li> <li>• Lutte contre les addictions</li> <li>• Lutte contre le gaspillage</li> <li>• Limiter son impact environnemental</li> </ul> <p>...</p>
<p><b>Principe :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• On ne peut évaluer directement « pour elle-même » la « compétence » Avoir un comportement éthique et responsable.</li> <li>• En revanche chaque composante renvoie à plusieurs compétences, plusieurs connaissances que l'on peut pédagogiquement construire et dont les observables permettent des évaluations plus fines.</li> <li>• Les évaluations menées dans chaque composante permettent « après coup » le positionnement de l'élève concernant la construction d'un comportement éthique et responsable.</li> <li>• Cette grande compétence « adopter un comportement éthique et responsable » tisse un lien très fort avec les valeurs républicaines.</li> <li>• <b>L'esprit critique contribue à deux niveaux</b> dans la construction de la compétence globale « adopter un comportement éthique et responsable » : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ En termes d'étape de la démarche scientifique (fiabilité des données, des résultats, des interprétations...)</li> <li>○ En termes de posture, de compétence psychosociale (le doute raisonné et raisonnable)</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Attendus</b></p> <p>Acquérir des connaissances et construire des compétences dans différentes composantes de natures scientifiques, émotionnelles, relationnelles, juridiques et sociales.</p>

---

## Evaluer l'esprit critique

**L'évaluation de l'esprit critique** peut s'avérer compliquée parce qu'on ne peut le mesurer en tant que compétence abstraite. L'esprit critique s'évalue en situation et donc « en pratique ». Ce que nous pouvons observer, en tant qu'évaluateur, c'est le produit d'une réflexion (et rarement la réflexion elle-même) : c'est pourquoi nous devons disposer d'observables qui sont tout à la fois l'utilisation explicite d'outils (concrets ou non) et comment une pensée a pu évoluer par l'utilisation de ces mêmes outils.

**Les deux prochains outils** ont été réalisés à partir du travail de Stéphane REIBALDI, professeur en collège REP+ à Rennes et formateur à l'Inspé.

**La « version enseignant »** nous offre quelques critères et indicateurs permettant d'évaluer un élève en termes d'esprit critique selon quatre niveaux de maîtrise. Il est intéressant de voir que le choix des observables repose plutôt sur des objectifs en lien avec la démarche scientifique. Cela a l'avantage d'objectiver le regard de l'évaluateur. C'est d'ailleurs le point essentiel qui conditionne la « bascule » vers un niveau satisfaisant.

Point également important, M. Reibaldi propose des conditions pour basculer d'un niveau de maîtrise à un autre : cela place clairement l'évaluation comme étant au service des apprentissages. Chaque point de progrès pourra alors prendre la forme de conseils à donner à l'élève. Ces conseils seront, bien évidemment, plus détaillés une fois contextualisés à l'activité menée en amont de l'évaluation.

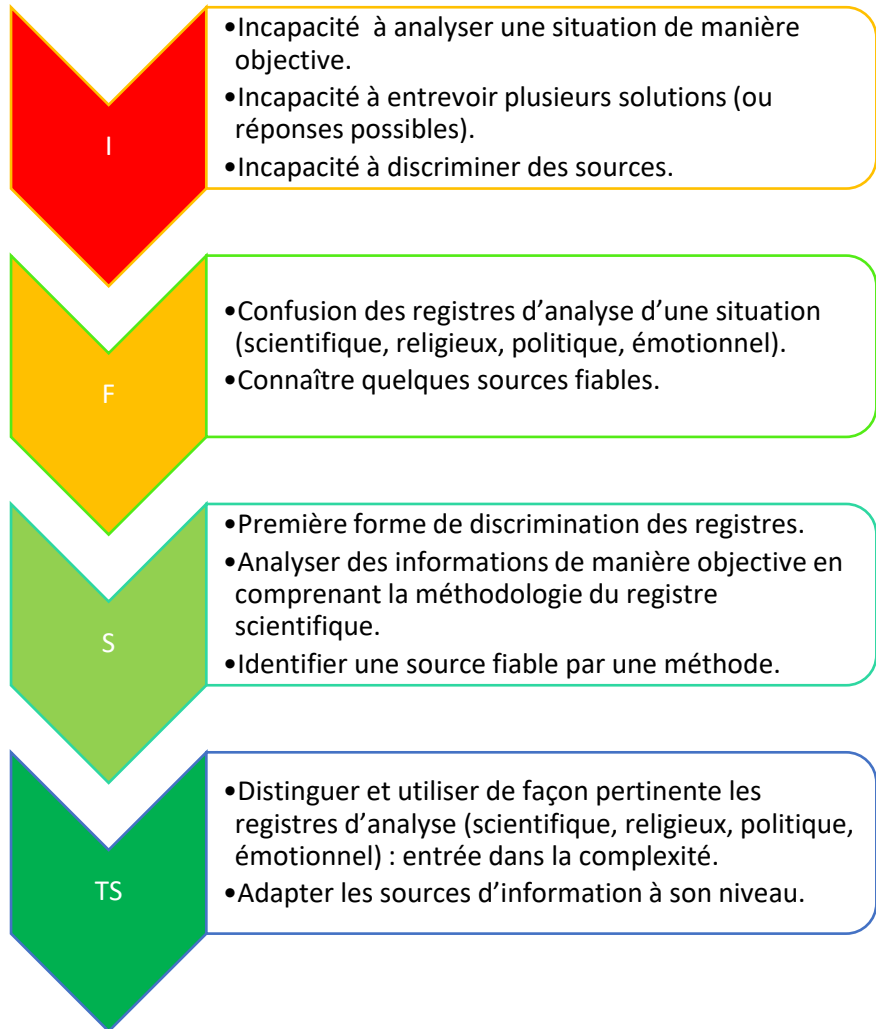
**La version « élève »** est une traduction de la version précédente. Elle a été proposée dans le but de placer l'élève dans la responsabilité d'une partie de son évaluation. Le vocabulaire est donc adapté pour que l'élève puisse réaliser un auto-positionnement et réfléchisse lui-même aux facteurs de progrès qui devraient être engagés. La principale différence avec les observables de la version enseignant est l'introduction de quelques indicateurs qui ne sont pas en lien direct avec la démarche scientifique mais en lien avec des compétences psychosociales.

En clair : l'enseignant choisit de n'évaluer que ce qui est objectivable (indicateurs liés au raisonnement scientifique) mais propose aux élèves de se positionner à la fois sur les précédents indicateurs mais aussi sur des attitudes. Ces dernières ne sont pas des indicateurs objectivables (nous sommes davantage dans le subjectif) mais sont pourtant impliquées dans les possibilités de progrès.

## Evaluation de l'esprit critique (version enseignant)

Des observables pour évaluer

Des actions pour progresser



Avoir conscience qu'il existe plusieurs façons d'appréhender le monde.

Comprendre que toutes les sources ne se valent pas.

Accepter qu'il puisse y avoir plusieurs points de vue ou opinions

Comprendre les relations entre causes et conséquences.

Comprendre que le raisonnement s'appuie sur des faits.

Accepter le doute concernant son opinion initiale.

Comprendre et appliquer une méthodologie rigoureuse (par exemple scientifique).

Faire du lien entre plusieurs situations.

Construire un argumentaire (scientifique) solide.

## Evaluation de l'esprit critique (version élève)

Je me positionne en surlignant les éléments qui me semblent correspondre à ce que je fais.

Ce que je peux faire pour progresser.

- I**
  - je pense qu'il n'y a qu'une seule explication possible (la mienne).
  - je n'accepte pas de changer d'avis.
  - je n'ai pas vérifié les sources.
- F**
  - je n'ai pas réussi à savoir quelle interprétation est scientifique et laquelle ne l'est pas.
  - j'ai pris en compte plusieurs sources différentes.
  - je comprends que plusieurs opinions sont recevables, qu'il peut y avoir plusieurs explications.
  - j'accepte difficilement de changer d'avis.
- S**
  - je sais distinguer une source scientifique d'une autre.
  - j'ai encore du mal à trouver et classer des arguments.
  - j'accepte facilement de changer d'avis, de m'être trompé.
- TS**
  - j'ai une méthode pour sélectionner les sources fiables.
  - je sais trouver et construire plusieurs arguments.
  - je n'ai pas d'idée préconçue et mon opinion se construit, elle peut changer selon la fiabilité des sources.

Three dashed rectangular boxes for writing responses, each with a blue arrow pointing from the corresponding level (I, F, S, or TS) to it.

J'ai aujourd'hui une maîtrise insuffisante/fragile/satisfaisante/très satisfaisante car...



---

## Les ratés (et les ennemis) de l'esprit critique

## Différents raisonnements à ne pas mélanger : obstacles épistémologiques

*« Un obstacle n'est pas une difficulté, mais plutôt un mode de fonctionnement économique et confortable de la pensée. Il se maintient longtemps, en se manifestant localement par des conceptions d'élèves. Cela explique qu'il ne suffise pas de se développer par une contradiction logique pour que la classe renonce à des obstacles qui sont des outils de pensée bien installés ».*

D'après Astolfi, Peterfalvi, vérin, 2011

Si la section suivante de ce dossier aborde plus en détail sur les mécanismes cérébraux expliquant pourquoi les erreurs et autres conceptions s'ancrent durablement, il convient ici de s'interroger sur ces fameux obstacles épistémologiques que le philosophe des sciences Gaston Bachelard a souvent mis en avant.

Si le terme « obstacle » est discutable tant ses interprétations sémantiques sont variées, le terme « épistémologique » nous intéresse : nous pouvons traduire cela par le fait que la méconnaissance dont la science (s'est construite) fonctionne induit des erreurs de raisonnement et conduit à des interprétations sujettes à caution.

Quels sont ces raisonnements qui nous écartent de la pensée critique en sciences ?

- Le raisonnement séquentiel : qui est chronologique (avant, pendant, après : on raconte une histoire)
- Le raisonnement linéaire causal : qui s'accorde plutôt bien au raisonnement précédent mais qui peut entrer en contradiction avec un raisonnement systémique : plus complexe car non linéaire
- Le raisonnement fixiste : qui écarte l'évolution
- Le raisonnement finaliste : qui écarte le hasard, la contingence
- Le raisonnement relativiste : qui postule que « tout se vaut » (sciences et croyances)

Ainsi un des objectifs de l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre sera de s'appuyer sur une méthode (la démarche d'investigation scientifique) et un contenu issu du réel pour faire comprendre :

- Que **causalité** et **corrélation** sont différentes (et mettre en défaut des raisonnements séquentiels... ce n'est pas parce que deux événements se suivent dans le temps qu'ils sont liés par une causalité. Une corrélation n'est pas une preuve).
- Qu'une **conséquence** peut avoir plusieurs **causes** et qu'une même cause peut avoir plusieurs conséquences (de nombreux exemples de relation entre origine d'une maladie – cause - et symptômes – conséquences - sont très efficaces pour montrer cela).
- Que le **hasard** est un paramètre dont il faut régulièrement tenir compte (par exemple à chaque fois que l'on aborde un « risque », quel qu'il soit) et que nier le hasard revient à faire intervenir une volonté supérieure (pourquoi pas ? mais dans ce cas, on sort du champ des sciences...).
- Que si une **opinion** et un **fait** ne sont pas comparables, alors un récit du monde basé uniquement sur des faits (et leurs interprétations) ne se compare pas non plus à un récit mélangeant faits et opinions.



## Le traitement automatique de l'information ou biais cognitif

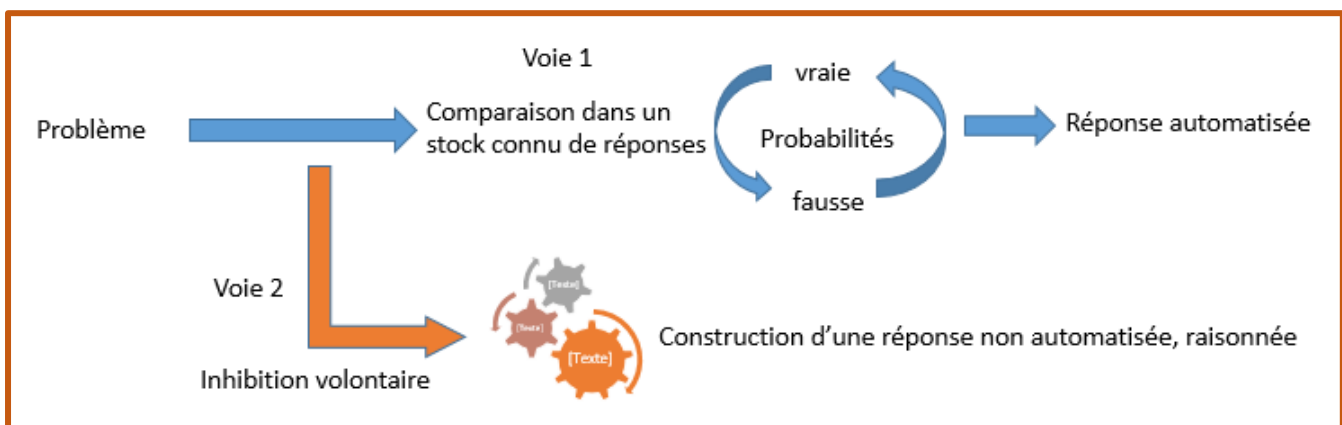
En neurosciences le cerveau travaille schématiquement de deux façons quand il reçoit une information :

Soit le cerveau utilise de façon privilégiée ce qu'on appellera la voie des automatismes (une voie rapide et peu coûteuse en énergie). Dans cette voie, le cerveau compare l'information reçue avec ce qu'on pourrait associer à un « stock d'informations déjà présentes ». Il émet alors une forme de probabilité de fiabilité de l'information reçue. Si elle est conforme à la majorité des informations déjà reçues elle vient renforcer le stock, dans le cas contraire elle est rejetée comme « fausse ».

Soit le cerveau utilise une voie coûteuse en énergie en effectuant une analyse lente car raisonnée. Pour cela l'information traitée met en action un « circuit de l'inhibition » avant de produire une réponse adaptée. Même si l'information reçue semblait conforme avec ce qu'on savait déjà le cerveau fait l'effort d'une analyse supplémentaire.

Dans le premier cas, on parle de biais cognitif si une information pourtant « vraie » va être considérée comme « fausse » par le cerveau (ou inversement).

Dans le second cas, il y a apprentissage et esprit critique.



### Un exemple pour illustrer

A une personne qui a toujours entendu que l'Amazonie est le poumon de la Terre, que la déforestation est grave et que les végétaux produisent de l'oxygène à la lumière, si on lui pose cette question « L'oxygène de l'atmosphère vient surtout des forêts ou des océans ? », que répondra-t-il automatiquement ? La forêt... C'est un biais cognitif.

Si on lui propose une autre affirmation « il ne faut pas dormir avec une plante verte dans la chambre » il acceptera cette idée. Cette fois-ci c'est un biais cognitif de confirmation. La personne sélectionne une information confortant le fait que la nuit la plante ne produit pas d'oxygène et donc rentre en concurrence...

Remarque : la réponse permise par l'automatisme a également ses avantages dans certaines situations où la rapidité de la réponse s'avère indispensable.

## La nécessité sociale d'appartenance : l'émotion menant au déni

**Nous verrons ici un lien** avec les biais cognitifs mais dont l'origine vient de la nécessité de partager les idées, les valeurs d'un groupe. Il s'agit de considérer l'être humain comme un animal social qui partagera les opinions de son groupe même si celles-ci sont très clairement et objectivement démontrées comme

erronées. On parlera ici de besoin d'appartenance sociale.

C'est une appartenance émotionnelle qui prend le dessus sur l'esprit critique : si le groupe dans lequel je vis pense « A » alors moi aussi je penserai « A » même si on me démontre qu'il fallait penser « B » pour être dans le fiable.

### Un exemple pour illustrer

Un cours de sciences peut amener une grande quantité de preuves matérielles concernant le réchauffement climatique, un climato-sceptique restera dans le déni parce que dans sa communauté politique on pense comme cela et restera bloqué sur son seul argument que nous sommes géologiquement en période interglaciaire (ce qui est vrai, mais... ).

Notons enfin l'effet « communauté de pensées » : à regrouper des personnes exprimant toujours les mêmes opinions, les mêmes informations, on renforce ce qui était décrit précédemment, à savoir, le circuit des automatismes dans la façon de fonctionner du cerveau. L'accumulation d'informations toutes convergentes joue en défaveur de l'expression d'un raisonnement critique et raisonné.

Les algorithmes associés à de nombreux réseaux sociaux amplifient le phénomène en proposant de manière de plus en plus systématisée des contenus en « accord » avec un profil calculé de l'utilisateur de ces réseaux.

En classe, il devient intéressant de faire s'exprimer toutes les opinions pour que les élèves constatent justement leur diversité et se questionnent.

## Le complotisme : entre simplification et excès de doute

D'après un sondage Ifop réalisé en 2017 pour le compte de la Fondation Jean Jaurès et Conspiracy Watch, 9% des Français croient possible que la Terre soit plate et 18% croient que Dieu a créé l'Homme et la Terre il y a moins de 10 000 ans. Par ailleurs, seul un Français sur deux pense que la vaccination présente plus de bénéfices que de risques.

**Une théorie du complot** est un type de discours qui décrit un événement comme résultant pour l'essentiel de l'action planifiée et dissimulée d'un petit groupe, différent des acteurs apparents. Cette approche rejette l'investigation historique et scientifique au profit d'une explication univoque et monocausale qui voit partout les signes de l'intervention et de la puissance de ce groupe secret. Peu importent l'absence de preuves et la minceur des indices : ce serait justement la preuve de la puissance dissimulatrice des comploteurs.

Le complotisme revêt plusieurs niveaux qu'il convient de préciser quand on aborde l'esprit critique : il nous faut distinguer les objectifs d'une théorie du complot de ses ressorts.

Les objectifs peuvent être multiples et servir un intérêt personnel ou collectif. Quels qu'ils soient, ces objectifs ne sont pas l'objet de ce document (mais déterminer les intentions d'une théorie complotiste peut s'avérer utile dans une contre argumentation).

Les ressorts du complotisme sont quant à eux directement liés avec l'esprit critique

Schématiquement, adhérer à une théorie du complot nous renvoie à deux extrémités qui se rejoignent :

### Un excès de doute qui devient une absence de doute

Douter de (presque) tout renvoie à mettre en question des informations partagées par un grand nombre dont certaines sont expertes du domaine concerné. Celui qui est dans l'excès de doute pense faire preuve d'esprit critique et pense posséder les arguments suffisants pour étayer son opinion. En réalité, il a une posture (la critique) qui n'est pas compatible avec son niveau de compétence sur le domaine étudié (il est en sur-confiance). C'est le profil idéal pour adhérer rapidement à une thèse complotiste. Paradoxalement l'excès de doute initial ne s'exercera plus sur l'opinion construite. En d'autres termes : on doute des autres mais surtout pas de soi.

### Les charmes de l'explication simpliste : toute théorie est un modèle.

Nous pouvons imaginer un modèle explicatif comme un puzzle constitué de plusieurs pièces. En associant les pièces, une image se précise mais s'il manque des

pièces il faut alors imaginer ce qui devrait se trouver dans les vides.

Si nous partons avec très peu de pièces, alors il y a beaucoup de vide à combler : le risque est d'inventer une histoire simpliste qui relie les pièces entre elles. En d'autres termes, le manque de connaissances amène à créer une théorie très peu fiable avec une forte probabilité de remise en cause en cas de découverte de nouvelles pièces. Cela n'empêche pas le cerveau de vouloir reconstituer une histoire. Faire preuve d'esprit critique serait donc accepter l'idée qu'on ne dispose pas assez d'informations pour assurer que « son » modèle est fiable. Ne pas faire preuve d'esprit critique revient donc à accepter une sorte de facilité intellectuelle : il est toujours moins coûteux intellectuellement de construire une histoire simpliste que de faire l'effort de continuer à chercher des éléments nouveaux.

Exemple : si on dispose des deux informations suivantes qui sont : *autour de moi je vois un horizon plat avec des reliefs variables et personne ne peut vivre*

*la tête en bas*, alors l'évidence est de dire que la terre est plate.

Avec davantage de pièces réelles au départ, il y a moins de trous à combler mais l'agencement peut s'avérer plus complexe pour tenter de reconstituer une histoire cohérente (d'autant plus qu'il arrive parfois que

certaines pièces semblent se contredire...). Pour autant le tableau imaginé par la suite sera plus robuste et proche de l'explication de la réalité recherchée.

Exemple : avec les informations supplémentaires concernant la gravité, des mesures précises de rotondité, des voyages géolocalisés dans tous les sens, alors on montre la sphéricité de la Terre (qui de « modèle » deviendra un fait une fois la vérification faite par des observations depuis l'espace).

Une thèse complotiste se nourrit donc facilement de profils

- qui doutent des autres mais pas d'eux-mêmes (sur-confiance)
- qui ont un faible niveau d'expertise, de connaissances, sur le sujet visé
- qui se satisfont d'une explication simpliste qui renforce leur opinion initiale

Adhérer à une explication simpliste n'est pas synonyme de complotisme. Cela le devient quand on attache l'explication une volonté supérieure.

- « la Terre est plate » est une explication simpliste
- « la Terre est plate, on nous ment » devient une théorie complotiste simple
- « la Terre est plate, on nous ment pour faire de nous des moutons contrôlés par des micropuces de Bill Gates » devient une théorie du complot générale en reliant de nombreuses théories complotistes simples.

Les complots réels ont existé et existeront toujours. Les théories du complot de même, mais sont actuellement amplifiées par les réseaux sociaux qui :

- Véhiculent massivement les thèses complotistes qui sont elles-mêmes favorisées par les algorithmes de recommandation
- Permettent aux personnes adhérant à ce type de croyance de se retrouver, d'échanger et de radicaliser leurs opinions.

## La rhétorique : le goût de la (fausse) logique et de la manipulation

La rhétorique correspond à l'art du discours ou de l'éloquence et plus précisément la compétence à exposer des arguments pour convaincre l'autre. De nombreuses définitions existent, selon les objectifs que se fixe la rhétorique mais ce qui nous intéressera ici est plutôt le « système rhétorique », c'est-à-dire l'ensemble des techniques permettant de structurer les arguments d'un discours pour le rendre crédible. Ce sont bien des techniques et il faut savoir qu'elles s'enseignent (cours d'éloquence...).

Ces techniques ne sont absolument pas au service de la fiabilité d'un récit mais serviront au contraire à

masquer des manques dans l'argumentation voire à manipuler les faits en vue de construire l'interprétation qui convient à l'orateur. Cet art du discours était d'ailleurs déjà considéré comme une « manipulation de l'auditoire » par Platon. Le tableau ci-dessous présente quelques-unes de ces techniques. Nous ne les présentons pas toutes mais nous focalisons celles où l'exercice d'une pensée critique en sciences s'avère indispensable pour retourner les discours de « beaux parleurs » (Notons que la rhétorique est particulièrement utilisée par les complotistes, les antisciences de tous bords).

Technique rhétorique	Exemples	Esprit critique en sciences
<p><b>La généralisation abusive</b></p> <p>Prendre un échantillon trop petit et en tirer une conclusion générale.</p>	<p><i>Ma voisine de 80 ans a fumé toute sa vie et se porte comme un charme. La cigarette n'est pas si dangereuse.</i></p> <p>Tant mieux pour elle si c'est une exception scientifique...</p>	<p>Aborder la généralisation, le traitement des données (moyennes, statistiques...)</p>
<p><b>Le raisonnement panglossien</b></p> <p>Raisonnement à rebours, vers une cause possible parmi d'autres, vers un scénario préconçu ou vers la position que l'on souhaite prouver.</p>	<p><i>Ainsi Robert Shapiro, un généticien cite la probabilité de 1 sur <math>10^{40000}</math> dans son livre pour la probabilité d'apparition de la vie sur Terre. Autant dire sans une intervention divine ou autre, aucune chance que vous lisiez ce texte en ce moment même.</i></p> <p>La probabilité que lors concert 10 000 personnes se soient exactement habillées comme elles le sont est de 1 sur <math>2401^{10000}</math></p> <p>Avec un tel raisonnement ce concert n'aurait jamais dû exister...</p>	<p>Aborder le traitement des données (moyennes, statistiques...) et la manipulation des nombres.</p>
<p><b>L'appel à l'ignorance (ou argumentum ad ignorantiam)</b></p> <p>Et...</p> <p><b>Le renversement de la charge de la preuve</b></p> <p>Prétendre que quelque chose est vrai seulement parce qu'il n'a pas été démontré que c'était faux, ou que c'est faux parce qu'il n'a pas été démontré que c'était vrai.</p> <p>Demander à l'interlocuteur de prouver que ce qu'on avance est faux.</p>	<p><i>Vous ne pouvez pas prouver l'inexistence d'un corps astral et des biotons mais ils existent pourtant bel et bien.</i></p> <p>En tant que scientifique je peux juste vous dire que nous avons prouvé l'existence des électrons et de la matérialité du corps...</p> <p><i>Prouvez-moi que les biotons n'existent pas.</i></p> <p>OK, prouvez-moi que je ne suis pas un reptilien.</p>	<p>La science ne construit un discours que sur la base de preuves matérielles. Le « non-prouvé » reste au statut d'hypothèses (seulement si elles sont vérifiables) et ne peut intégrer le discours scientifique.</p>

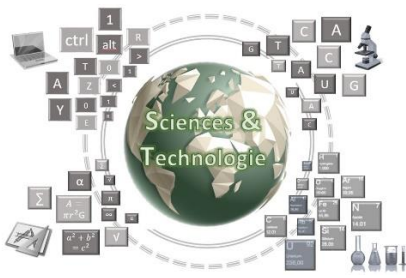
<p><b>Le post hoc ergo propter hoc</b></p> <p>Penser que quelque chose est la cause d'une autre parce que cette dernière est advenue juste après.</p>	<p><i>J'ai pris 3 granules et le lendemain je n'étais plus grippé</i></p> <p>Oui mais tu as aussi pris un café et lendemain tu n'avais plus la grippe non plus...</p>	<p>Si on ne peut s'extraire du temps (avant-après) cela n'implique pas automatiquement une relation de cause à effet. L'association cause = avant / effet = après ne se vérifie pas toujours dès lors que l'on rentre dans un système cyclique où la réelle cause initiale est difficile à mettre en évidence.</p>
<p><b>L'appel à la popularité (ou argumentum ad populum)</b></p> <p>Invoquer le grand nombre de personnes qui adhèrent à une idée.</p>	<p><i>Des milliers de gens se servent de l'homéopathie et ça marche. C'est du bon sens.</i></p> <p>Des millions de personnes n'en prennent pas et ça marche aussi...</p>	<p>Aborder la généralisation, le traitement des données (moyennes, statistiques...) de nouveau. Le nombre d'opinions n'a aucune valeur en sciences. Parfois un seul fait peut remettre en cause tout un modèle (nombreux sont les scientifiques qui ont été « précurseurs » d'un nouveau savoir à rebours de ce qui était admis que ce soit dans la population où même au sein de la communauté scientifique. Le souci étant que quelques personnes jouent là-dessus en invoquant le fait qu'ils ne sont pas compris. Tous les fantasmes ne sont pas des Galilée).</p>
<p><b>Le faux dilemme</b></p> <p>Réduire abusivement le problème à deux choix, généralement pour conduire à une conclusion forcée en invalidant l'un des deux.</p>	<p><i>Les volcans se divisent en deux catégories (ceux qui ont le pistolet et ceux qui creusent) : les effusifs et les explosifs.</i></p> <p>Vous parlez du Vésuve ?</p>	<p>Aborder la modélisation, la théorie qui sont nécessairement (par nature) partielles et simplificatrices. La nuance devrait avoir une place importante dans tout discours scientifique.</p>

Remarque :

Nous l'avons déjà abordé précédemment : le principe « *Je vois que... Je sais que... j'en déduis que* » est également, à sa façon, une forme de rhétorique.

# Annexes

<u>Annexe 1 : Un travail sur le graphique pour construire l'esprit critique : Utilisation du Fiabilitomètre</u>	56
<u>Annexe 2 : Un exemple d'utilisation en classe de l'outil « critique d'une stratégie ».....</u>	64
<u>Annexe 3 : Une séance de seconde pour aborder conjointement esprit critique et empathie .....</u>	65
<u>Annexe 4 : Un exemple de travail sur l'esprit critique avec des élèves de sixième.....</u>	71



## Fiche: Un travail sur le graphique pour construire l'esprit critique : Utilisation du Fiabilitomètre

Auteur(s) : Laëticia CIROLDI, Johann GERARD

### Contenus d'apprentissage

Niveau ou cycle concerné : Cycle 3, Sciences et technologie

Points abordés du programme : Le vivant, sa diversité et les fonctions qui le caractérisent (Nutrition humaine et croissance)

Compétence(s), capacité(s) déclinées dans la situation d'apprentissage :

- **Les langages scientifiques : le graphique (construction / lecture)**
- **Raisonner**



Séance



Outils



Durée : 1h30

### Scénario et Objectif(s)

Faire preuve d'esprit critique en science correspond, entre autres, à estimer la fiabilité d'une interprétation.

- Un fait est fiable par définition mais on n'écartera pas la possibilité de critiquer la justesse ou la qualité d'une mesure, d'une observation... Nous dirons que sa fiabilité intrinsèque est proche de 100 %
- Une interprétation (on amalgame ici le récit scientifique, le modèle scientifique) repose à la fois sur des faits et des hypothèses : sa fiabilité varie selon la qualité et le nombre de faits sur lesquels elle s'appuie.

L'idée sera ici de s'appuyer sur un travail graphique pour présenter l'outil « Fiabilitomètre » et faire comprendre aux élèves :

- La différence entre un fait et une interprétation
- La variation de fiabilité d'une information selon les faits pris en compte



## Déroulement

Etape 1 : construire un graphique

Plusieurs possibilités avec différenciation possible : le but est qu'à la fin de cette étape tous les élèves aient sous forme graphique les données du tableau ci-dessous.

Âge (an)	Taille (cm)
1	76
3	96
5	110
7	122
9	133
11	143
13	156

- Version 1 : demander aux élèves de construire le graphique à partir du tableau
- Version 1 bis : même chose en fournissant les indications sur les axes (axe horizontal : 1 cm = 1 an / axe vertical : 1 cm = 10 cm)
- Version 2 : demander aux élèves de placer les points de ce tableau sur le graphique « croissance des garçons de 1 à 18 ans » (voir annexe)
- Version 3 : fournir directement le graphique avec les points déjà placés (voir annexe)

Etape 2 : Une série de questions posées dans l'ordre :

- *Quelle est la taille de l'enfant à 5 ans ?*
- *Explique comment tu as obtenu cette réponse.*
- *Quelle est la taille de l'enfant à 8 ans ?*
- *Explique comment tu as obtenu cette réponse.*

### Analyse du dispositif

Les deux premières questions renvoient à une prise d'information d'un fait : la taille de l'enfant à 5 ans correspond bien à une mesure effectuée. On ne peut la remettre en question (si on suppose que la prise de mesure est faite correctement).

Les deux questions suivantes renvoient à une prise d'information supposée : le tableau ne précise pas de mesure faite à 8 ans... Cela permet par ailleurs de voir l'intérêt d'un graphique : accéder à des estimations qui ne proviennent pas d'observations ou de mesures directes.

Etape 3 : utilisation du Fiabilitomètre

L'outil est distribué ou affiché et on demande aux élèves :

- *En utilisant le fiabilitomètre, sur une échelle de 1 à 10, positionne tes deux réponses. Cela revient à se poser cette question : sur une échelle de 1 à 10, quel est le degré de fiabilité (ou de certitude) que l'on peut accorder à ces réponses ?*
- *Explique pourquoi tu peux avoir une différence de fiabilité entre ces deux réponses.*

Puis...

- *Estime la taille de cet enfant une fois qu'il aura 18 ans.*
- *Explique comment tu as obtenu cette réponse.*
- *Quel degré de fiabilité donnes-tu à cette réponse ? Pourquoi ?*

### Analyse du dispositif

L'idée sera ici de faire comprendre que les trois estimations n'ont pas la même fiabilité :

- *Mesure à 5 ans : 100 % fiable puisque mesure directe.*
- *Estimation à 8 ans : assez fiable car comprise entre deux mesures directes*
- *Estimation à 18 ans : on devrait être dans le doute car l'estimation se fait après la dernière mesure...*

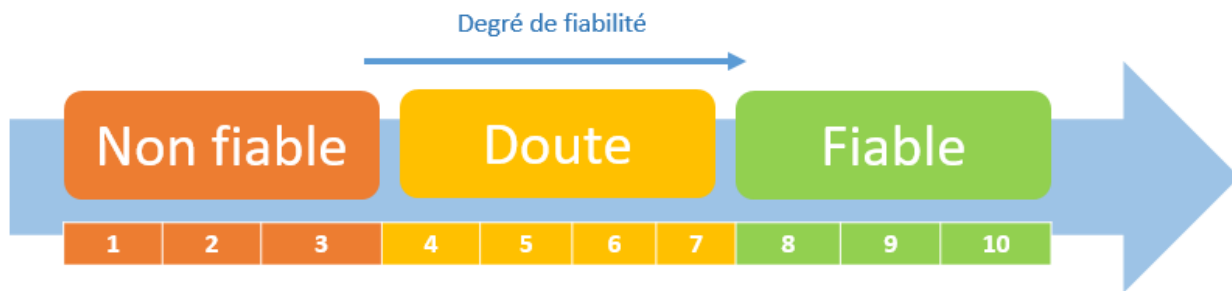
Etape 4 : on montre le reste des données pour avoir accès à des valeurs réelles et on les compare avec les estimations faites.

*Compare tes valeurs de 8 et 18 ans avec les mesures réelles présentées dans ce tableau.*

Âge (an)	Taille (cm)
6 mois	67
1	76
2	88
3	96
4	103
5	110
6	116
7	122
8	127
9	133
10	138
11	143
12	149
13	156
14	163
15	169
16	175

17	179
18	181

## Fiabilitomètre



### Comment augmenter la fiabilité des interprétations ?

- ...
- ...
- ...
- ...

### Ce qui diminue la fiabilité des interprétations...

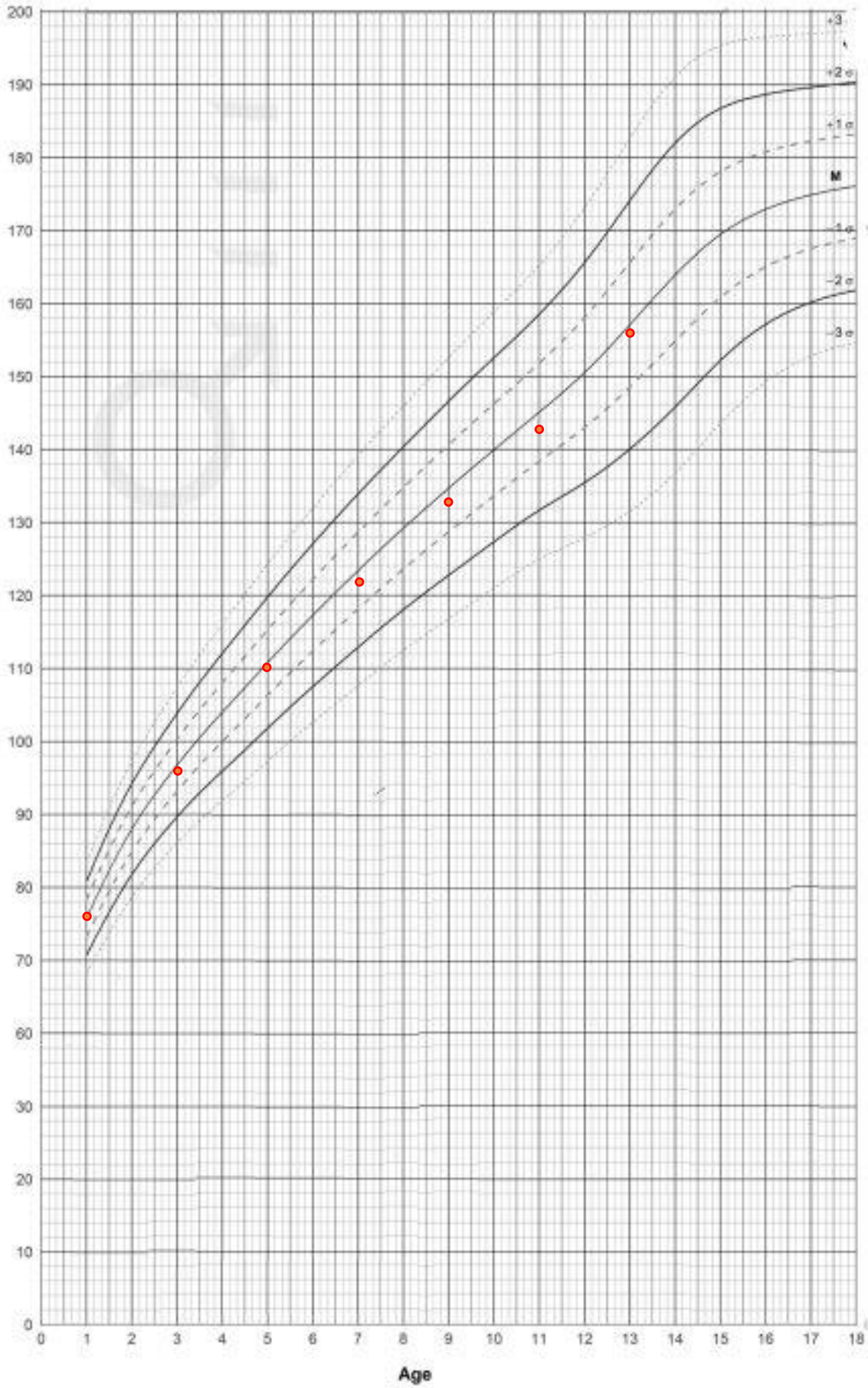
- ...
- ...
- ...
- ...

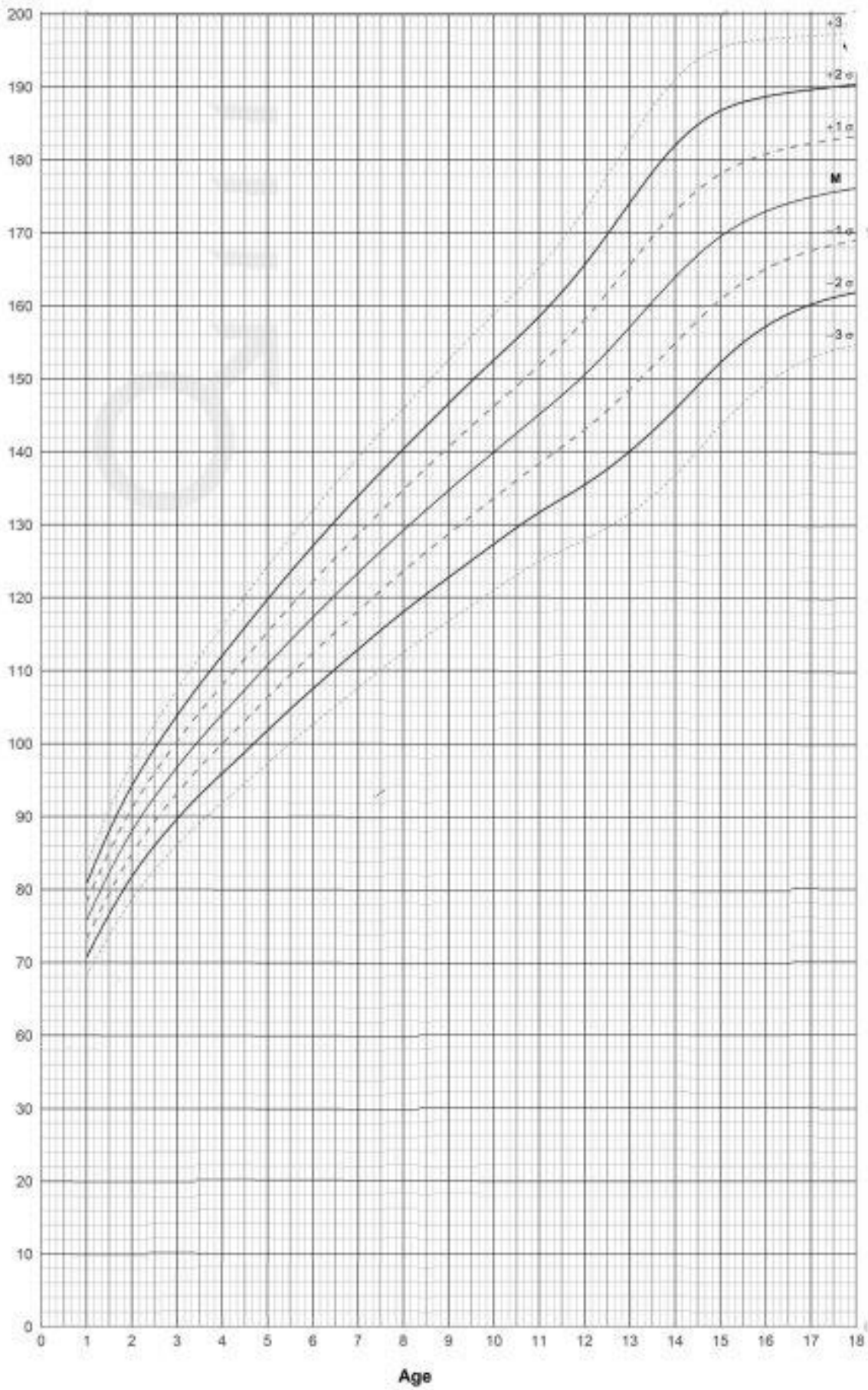
### Ce qui rend une interprétation non fiable...

- ...
- ...
- ...
- ...

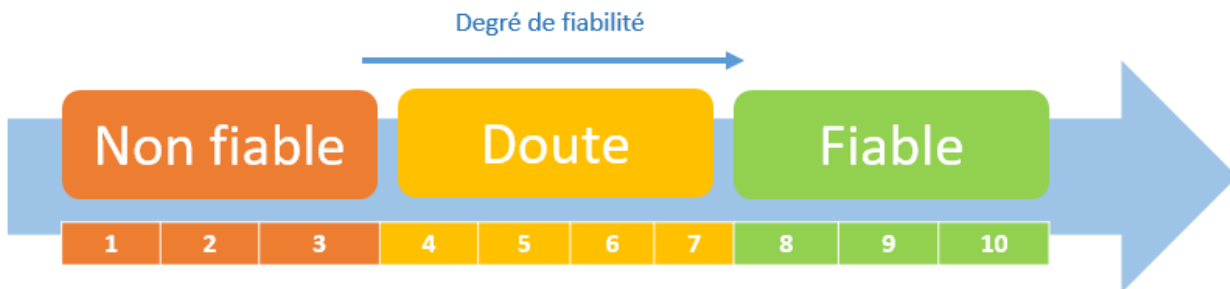
Tout au long de l'année (ou du cycle), on complète le Fiabilitomètre.







# Fiabilitomètre



## Comment augmenter la fiabilité des interprétations ?

- Se baser sur des faits : les données sont issues de l'observation et/ou de mesure réelles
- Le nombre de données
- La qualité des données (précision de la mesure, de l'observation...)
- ...

## Ce qui diminue la fiabilité des interprétations

- Les données s'écartent du réel (par exemple : issues d'une courbe graphique, d'un traitement initial : arrondis, calculs, images numériques...)
- On applique les données à un autre objet d'étude (généralisations abusives)
- ...

## Ce qui rend une interprétation non fiable

- Aucun argument issu directement ou indirectement du réel (attention, la rhétorique peut faire illusion)
- Pas de démarche (passer du problème à la réponse directement)
- ...

Tout au long de l'année (ou du cycle), on complète le Fiabilitomètre.

## Annexe 2 : Un exemple d'utilisation en classe de l'outil « critique d'une stratégie »

Les élèves doivent déterminer l'âge d'une roche sédimentaire. Ils vont faire une observation au microscope de lames contenant des foraminifères. Leurs déterminations et comparaisons doivent permettre d'accéder à un âge (ou plutôt une période).

L'activité peut être considérée comme classique et les élèves vont conclure en donnant ce qu'ils pensent être l'âge de la roche

Le professeur distribue sous forme polycopiée le document ci-dessous. Les élèves vont dans un premier temps devoir revenir sur l'activité menée en complétant la première partie (voir partie écrite en bleu par un élève).








Il s'agit ici de faire revenir l'élève sur la démarche scientifique qui a été menée.

Niveau : Spécialité SVT de Terminale ; Thème 1A : A la recherche du passé géologique de notre planète

**Chapitre 1 : Le temps et les roches**

**Travaillé précédemment :** Les grands principes de la datation relative ; les fossiles stratigraphiques.

**Explications :** Au cours du TP sur les foraminifères, nous complétons le document présenté ci-dessous afin de travailler la démarche scientifique et l'esprit critique.

Démarche Scientifique	
Face à un problème, une question, je vais chercher des preuves pour donner une réponse possible et solide	
Consigne : Indique à quoi cela correspond dans notre TP.	
J'étudie un objet (en lien avec une question)	 - les contenus en forams de foraminifère des roches sédimentaires du Crétacé et du Tertiaire
J'applique une procédure (mesure, observation)	 - observation à la loupe binoculaire et comparaison
J'obtiens un résultat	 - les observations peut-être une différence entre les roches sédimentaires du Crétacé et du Tertiaire
Esprit critique	
Face au résultat, je m'interroge : Est-ce que mon interprétation sera fiable ?	
En sciences, conclure à partir d'une seule étude est toujours dangereux... Je peux <b>interroger</b> l'objet étudié, la procédure choisie...	
Consigne : Indique de quelle façon nous nous sommes interrogés dans notre TP.	
Est-ce que le résultat sera exactement le même si je répète la procédure à l'identique ?	
Est-ce que le résultat sera exactement le même si je répète la procédure sur d'autres objets ?	
Est-ce que le résultat sera exactement le même si j'utilise une autre procédure ?	
Est-ce que le résultat sera exactement le même si j'améliore la procédure ?	
Dans chaque cas : je compare les nouvelles données avec le résultat initial : - ma première interprétation pourra être modifiée. - ma nouvelle interprétation sera plus fiable	
Quand les données sont comparables entre elles on peut (statistique, yens, arts-t, incertitudes...)	

La seconde partie du document interroge les élèves. Ils « découvrent » que d'autres stratégies auraient pu être menées.

Le professeur demande donc aux élèves de proposer ces autres stratégies possibles et de les écrire dans le document (non complété ici). Des élèves auront proposé de changer de roche, d'autres de refaire les déterminations (« pour être plus certains »), d'autres demandent si d'autres fossiles peuvent être utiles, etc.

La question qui suit engage l'esprit critique de manière explicite : *pensez-vous que vous auriez le même résultat (âge de la roche) avec votre nouvelle méthode ?*

Les élèves réutiliseront ce même document à plusieurs reprises au cours de l'année pour ancrer les quatre propositions permettant d'interroger et/ou de poursuivre une stratégie afin d'augmenter la fiabilité d'une interprétation.





## Fiche: La pilule du lendemain

Auteur(s) : Laëtitia CIROLDI

### Contenus d'apprentissage

Niveau ou cycle concerné : Lycée, seconde

Points abordés du programme : Le vivant, sa diversité et les fonctions qui le caractérisent (Nutrition humaine et croissance)

Compétence(s), capacité(s) déclinées dans la situation d'apprentissage :

- **Avoir un comportement éthique et responsable vis-à-vis d'une situation.**

Pour cela les 3 aspects doivent être maîtrisés : des connaissances scientifiques, des connaissances du cadre légal et des compétences psychosociales (estime de soi, relation aux autres, empathie ...).

- **Raisonner : évaluer une information, exercer son esprit critique**



Séance



Outils



Durée : 1h30

### Scénario et Objectif(s)

Faire preuve d'esprit critique en science correspond, entre autres, à estimer la fiabilité d'une interprétation.

- La confiance apportée à une information dépend de plusieurs facteurs (fiabilité de la source, pertinence, plausibilité, qualité des arguments)
- L'empathie est une autre composante que l'esprit critique en termes de compétences psychosociales. Si elle n'est pas suffisante, elle peut s'avérer nécessaire.

## Déroulement

### Phase de problématisation

- **Temps 1 : situation déclenchante proposée**

Un dimanche soir, vous recevez ces SMS

Avec Gorgio, on l'a fait 😊

Nice 😊 😊 😊 ! c'était comment ?

La capote a craquée. J'sais pas quoi faire !!

Peut-être que je ne risque rien ???

Et si je risque ? mes parents vont me tuer !  
Tu connais la pilule du lendemain ?

Vous êtes tenté (e) de répondre :

A : Ma pauvre !!! Qu'est-ce tu vas faire ??? Je te plains

Ou

B : Zéro risque la 1ere fois , tranquille ! C'est la sœur  
de Zoé qui me l'a dit

Ou

C : Pilule du lendemain ?? T'es pas trop jeune ? Tes  
parents vont le savoir !! Attends, faut que je check...

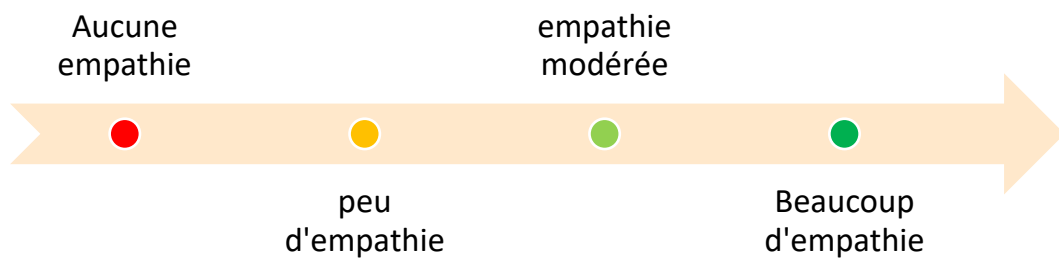
Ou

D : Ok ! au fait pk t'as pas liké ma dernière story ?

Ou : E : *vous ne répondez pas*

**Si vous étiez dans cette situation (celle de recevoir les SMS), que feriez-vous ? Quelles questions vous poseriez-vous ?**

- **Temps 2 : Positionnement individuel des élèves (avec ou sans relevé des réponses par l'enseignant) et évaluation individuelle du degré d'empathie de chaque réponse sur l'échelle proposée (on peut éventuellement définir des critères pour les degrés).**



- **Temps 3 : Echanges entre élèves :** on définit plusieurs profils de réponses/comportements... L'empathie c'est bien mais ça ne suffira pas dans cette demande de conseil. Une réponse semble plus « empathique et responsable ». Néanmoins, elle nécessite de **se renseigner et d'évaluer correctement l'information trouvée.**
- **Temps 4 : Fin de problématisation** (comment agit la contraception d'urgence ?) et **définition d'axes de travail** (que contient la pilule du lendemain pour avoir un effet sur la fécondation ou la grossesse ? Dans quels cas peut-on recourir à la contraception d'urgence ? Après de qui peut-on se la procurer ? Qui peut la demander ? quelle est la loi qui encadre son usage ? ...)

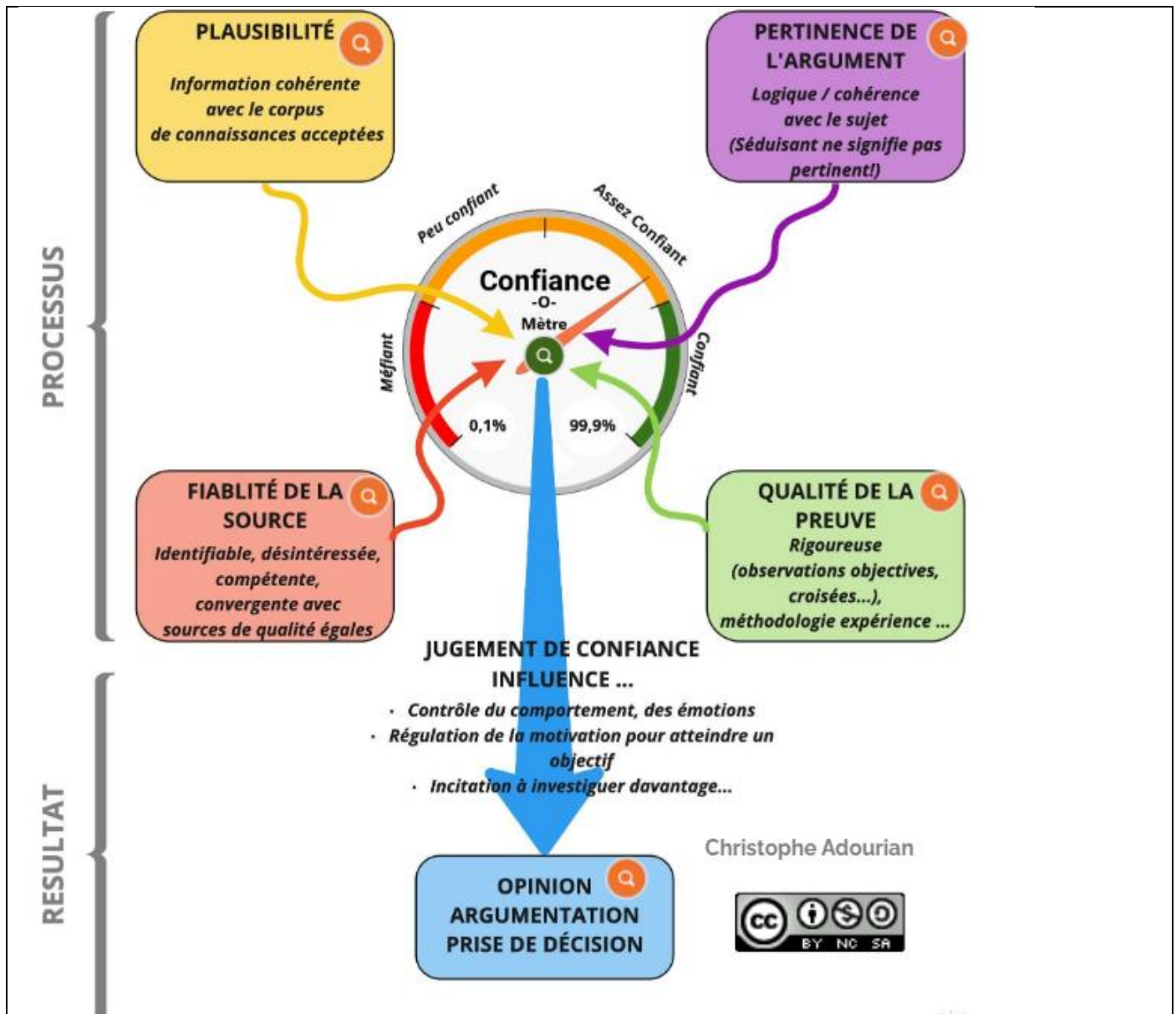
#### Phase de recherche, d'investigation

- **Temps 5 : Phase de recherche des informations par équipe de 3 et évaluation du degré de confiance** que l'on peut accorder aux informations trouvées (fiabilité de la source, pertinence, plausibilité, qualité des arguments) : voir ci-dessous une infographie à proposer aux élèves les aider à évaluer le degré de confiance.

**Une proposition de méthodologie :** du calibrage du niveau de confiance à la prise de décision, 4 critères pour éduquer à l'esprit critique.

Pour accéder à la totalité du travail de recherche (travail de Christophe Adourian):

<https://view.genial.ly/60acc7026152820dd44f381b/presentation-4-criteres-pour-calibrer-sa-confiance>



- **Temps 6 : Rédaction d'une réponse pertinente** (individuellement ou par équipe de 3-4, selon l'objectif du professeur et le climat de la classe) à la situation. Informations vérifiées sur les risques encourus, le cadre juridique, la nécessaire empathie...

Ressources pour l'enseignant (non exhaustives) afin de constituer un corpus documentaire si besoin.

- <https://www.onsexprime.fr/Tous-les-programmes/La-contraception-d-urgence/La-contraception-d-urgence>
  - <https://france3-regions.francetvinfo.fr/normandie/seine-maritime/rouen/contraception-5-questions-pilule-du-lendemain-1547480.html>
  - Le cadre légal en matière de contraception/ contragestion :
    - Droit à la contraception : [Contraception | Service-public.fr](https://www.service-public.fr)
    - Contraception gratuite pour les femmes de moins de 26 ans depuis janvier 2022
- [Pilule -Contraception gratuite pour les femmes de moins de 26 ans depuis le 1er janvier 2022 | Service-public.fr](https://www.service-public.fr)
- Contraception d'urgence anonyme et gratuite pour les mineures
- [Contraception d'urgence gratuite et anonyme pour les mineures | ameli.fr | Assuré](https://www.ameli.fr)

- IVG, un **droit garanti par la loi et inscrit dans la constitution depuis le 8 mars 2024** : La loi constitutionnelle du 8 mars 2024 comporte un article unique, qui modifie l'article 34 de la Constitution pour y inscrire que "*La loi détermine les conditions dans lesquelles s'exerce la liberté garantie à la femme d'avoir recours à une interruption volontaire de grossesse*".

Lien vers l'article 34 modifié : [https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article\\_lc/LEGIARTI000019241018](https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article_lc/LEGIARTI000019241018)

- Les [mineures](#) peuvent y recourir sans autorisation parentale.

- droit à l'anonymat

- jusqu'à 14 semaines de grossesse depuis le 2 mars 2022

[IVG : un droit garanti par la loi | IVG.GOUV.FR N°Vert 0800 08 11 11](#)

#### **Evolution du cadre juridique de l'Interruption volontaire de grossesse depuis 49 ans :**

[La "loi Veil" du 17 janvier 1975](#) a temporairement dépénalisé l'avortement et l'a encadré. En décembre 1979, la loi sur l'IVG a rendu définitives les dispositions de la "loi Veil". Depuis plusieurs textes sont venus renforcer le droit à l'avortement, notamment la loi de financement de la sécurité sociale pour 2013 pour que les femmes puissent avorter gratuitement, une loi de 2014 qui a supprimé la mention de "situation de détresse" ou encore la [loi du 20 mars 2017 qui a étendu le délit d'entrave à l'IVG](#) créé en 1993. Le dernier texte voté est la [loi du 2 mars 2022 qui a allongé de 12 à 14 semaines le délai légal de recours à l'IVG](#).

Selon les derniers chiffres officiels, 234 300 IVG ont été enregistrées en France en 2022.

Source : <https://www.vie-publique.fr/loi/292357-liberte-recours-ivg-dans-la-constitution-avortement-loi-du-8-mars-2024>

## Analyse du dispositif

### Retour réflexif

On peut classer les réponses de la situation déclenchante

Réponse	Fiabilité	Empathie
A	Nulle	Forte
B	Nulle	Mesurée
C	Mesurée	Mesurée
D	Nulle	Nulle
E (pas de réponse)	Nulle	Nulle

Dans la situation, seule la réponse C est « acceptable » dans le sens où il y a un certain degré d'empathie et un doute qui persiste dans la réponse en termes de conseils apportés.

Immanquablement, on se posera des questions radicales : faut-il mieux une réponse fiable et peu empathique ou bien une réponse empathique sans fiabilité aucune ?

Puisque nous sommes dans un cours de sciences, les élèves doivent comprendre qu'en matière de santé la fiabilité sera primordiale. Le poids des arguments scientifiquement construits prime sur toute autre considération.

L'esprit critique s'exerce ici chez les deux protagonistes : celle qui demande conseil et qui doit se poser la question de la confiance concernant le conseil donné et celle qui délivre le conseil qui doit se poser la question de ses sources.

Ceci étant posé le contexte présenté engage aussi la réception du conseil : délivré sans empathie, un conseil (même fiable) risque de ne pas être reçu.

Ce qui nous fait dire que l'empathie est ici nécessaire (pour que le conseil soit entendu) mais non suffisante (puisque la fiabilité du conseil dépendra du fond scientifique).

Faire preuve d'esprit critique sera aussi « ne pas se laisser convaincre par un discours parce qu'il est joli » (cas du conseil B : rassurant, mais faux...).

La séance devrait se terminer en donnant aux élèves les cadres juridique et médical qui encadrent la délivrance de la pilule du lendemain (participation à la construction des valeurs de la république).

## Annexe 4 : Un exemple de travail sur l'esprit critique avec des élèves de sixième

Cette partie reprend l'analyse d'un exercice proposé à l'écrit de **l'agrégation interne de SVT de 2024<sup>4</sup>**. Nous nous focaliserons sur une seule question – Question 1.4 de l'épreuve).

Il s'agit bien d'une analyse possible des documents proposés au concours mais non d'un corrigé. D'ailleurs nous ne traiterons pas ici des hypothèses explicatives associées aux résultats (comme par exemple expliquer pourquoi tel gastéropode est préférentiellement associé à telle algues, etc.). La focale prise est celle d'un travail sur l'esprit critique centré sur les liens entre nombre de données et fiabilité d'une interprétation.

### La question telle qu'elle a été posée dans l'épreuve

#### **Partie 1 – Vigie-Nature École, un programme de sciences participatives au service de la biodiversité**

**Question 1.4 Expliquer comment, en classe, en s'appuyant sur les documents 8 et 9, le professeur peut amener des élèves de 6<sup>ème</sup> à questionner la validité statistique des résultats obtenus lors de l'étude sur le terrain, au niveau de la ceinture à Pelvétie.**

Pour resituer la question dans l'exercice plus global, des élèves ont été emmenés sur le terrain : une sortie sur un estran présentant plusieurs ceintures d'algues. Dans le cadre d'un travail de sciences participatives, les élèves doivent identifier et quantifier la biodiversité des gastéropodes au niveau de ces ceintures par la méthode des quadrats. De retour en classe, il leur est proposé d'exploiter leurs données, ce qui donne lieu à un travail sur l'esprit critique. Le lien vers le sujet complet est situé en note de bas de page.

**Les documents proposés en support** sont proposés suite à l'analyse ci-dessous.

#### Analyse :

Une fois la phase de mise en commun et de restitution des résultats terminée, le professeur amène tout d'abord les élèves à procéder à un retour sur l'ensemble des résultats du relevé de terrain, au niveau de la ceinture à Pelvétie (Doc 8B).

#### Comparaison des résultats

Nous disposons ici de trois échelles de résultats :

- A l'échelle d'un groupe d'élèves
- A l'échelle de la classe
- A l'échelle des sciences participatives (nombreuses classes)

**Dans un premier temps**, on peut demander à chaque groupe de rédiger une courte interprétation de leurs résultats (question posée : au niveau de la ceinture à Pelvétie, quels sont les gastéropodes les plus représentés ?).

Groupe A : il y a autant de Patelles que de Monodontes (1 par quadrat)

Groupe B : il n'y a que des Monodontes (2 par quadrat)

Groupe C: il y a plus de Monodontes que de Patelles (5 et 2 par quadrat)

Etc...

<sup>4</sup> <https://www.devenirenseignant.gouv.fr/media/12108/download>

**Dans un deuxième temps**, on peut faire comparer leurs résultats et leurs interprétations pour cette ceinture ou les autres ceintures (Pelvétie/ Fucus/Ascophylle). On constate ainsi une diversité des résultats avec parfois des résultats contradictoires.

**Dans un troisième temps**, faire apparaître toutes les explications possibles à la diversité des résultats :

- L'utilisation des quadrats est nécessaire pour éviter de compter l'ensemble des Monodontes de l'estran
- La taille des quadrats
- L'endroit où les quadrats sont posés : choix ou hasard ?
- Les possibles erreurs de détermination.

Donc on ne peut aboutir qu'à une estimation. On peut interroger les élèves sur le moyen de rendre ces résultats plus fiables :

- On peut additionner toutes les mesures (*empiler tous les légos...*)
- On peut additionner toutes les mesures et faire une moyenne
- On peut éliminer les résultats qui ont l'air « trop faux » ou « trop différents », ce qui revient à l'intervalle de confiance ???

Mais en augmentant le nombre d'observations, on limite les effets en lien avec le hasard (donc on diminue l'incertitude) et l'estimation faite sera plus proche de la réalité : la fiabilité de l'estimation est meilleure. D'ailleurs sur la capture d'écran du site vigienature-école (document XX du sujet), il est précisé que « le traitement statistique des données devient significatif à partir de 30 observations ».

Cela va justifier l'idée de réunir l'ensemble des résultats de la classe **dans un quatrième temps** puis de faire une moyenne afin d'élaborer une nouvelle interprétation que l'on va comparer à leur 1ère interprétation.

Dans la ceinture à Pelvétie, nous comptons 14 Monodontes et 3 Patelles pour 7 quadrats.

Soit 2 Monodontes et 0,4 Patelle par quadrat (on pourra aussi approximer 1 Patelle tous les deux quadrats).

Il est important ici que les élèves se rendent compte que :

- La nouvelle interprétation est différente de la première
- L'interprétation change quand les données changent

Mais est-ce que les données d'une seule classe sont significatives ? Après tout nous pourrions penser qu'en ayant disposé les quadrats des 7 groupes différemment, les données auraient aussi été différentes.

**Cinquième temps** : il s'agit enfin de recommencer le raisonnement avec des données supplémentaires. C'est tout l'intérêt des sciences participatives.

Le graphique 3 du document 9 montre que ce sont bien les Patelles et les Monodontes qui sont les deux gastéropodes les plus fréquents dans la ceinture à Pelvétie... Mais avec davantage de Patelles (alors que la moyenne de la classe donnait l'inverse).

**Une troisième interprétation, plus fiable, devrait donc être rédigée.**

Pour aller plus loin : utilisation des deux premiers graphiques du document 9.

Le graphique 2 met en évidence que le nombre d'observations dans la ceinture à Pelvétie reste faible et donc qu'il faudrait davantage d'échantillonnage pour aller vers une interprétation encore plus fiable.

Cela permet aussi de montrer aux élèves qu'un récit scientifique évolue toujours. Il est possible que, finalement, l'interprétation faite à partir des seuls résultats de la classe devienne plus proche du réel si d'autres classes constatent des résultats proches que ceux qu'ils ont obtenus ;

La graphique 1 vient confirmer ce qui a été dit précédemment : on note une barre d'erreur importante concernant le nombre de Monodontes identifiés dans la ceinture à Pelvétie (de 0,5 à 4,5). Barre d'erreur corrélée au faible nombre d'échantillonnages (contre-exemple : la ceinture à Fucus denté).



**Document 8B – Résultats des relevés de terrain réalisés par l'ensemble des groupes d'élèves d'une classe de 6<sup>ème</sup> au niveau de trois ceintures d'algues différentes** Les briques Lego® correspondant aux différentes espèces de Mollusques ont été empilées. Le nombre d'individus a été rappelé au-dessus de chaque barre. Pour chaque ceinture d'algues, chaque photo présente les piles de briques Lego® obtenues par un groupe d'élèves. Une photo vide signifie qu'aucun Mollusque n'a été observé dans le quadrat réalisé par le groupe considéré.

Ceinture	Dénombrement des Mollusques (7 groupes d'élèves)			
Pelvétique				
Fucus spirale				
Ascophylle noueux				

Rappel de la légende des couleurs des briques Lego® utilisées dans les 3 ceintures étudiées :

Bigorneau	Gibbule ombliquée	Littorine obtuse	Monodonte	Pallele

**Document 9 – Galaxy Papers : un outil pour analyser les données** Grâce à une interface conviviale en trois étapes, la plateforme Galaxy Papers (<https://www.vigienature-ecole.fr/papers>) permet d'accéder à l'ensemble des données collectées dans le cadre des observatoires du programme Vigie-Nature École. L'étape 1 correspond au choix de l'observatoire : dans le cas présent, BioLit Junior. L'étape 2 permet la manipulation des données. Le tableau ci-dessous montre des captures d'écran des menus déroulants et des choix effectués dans trois exemples de manipulations de données. L'étape 3 correspond au choix du type de visualisation des données : dans le cas présent, sous forme graphique.

