

Les sciences de la vie et de la Terre au cœur de la laïcité



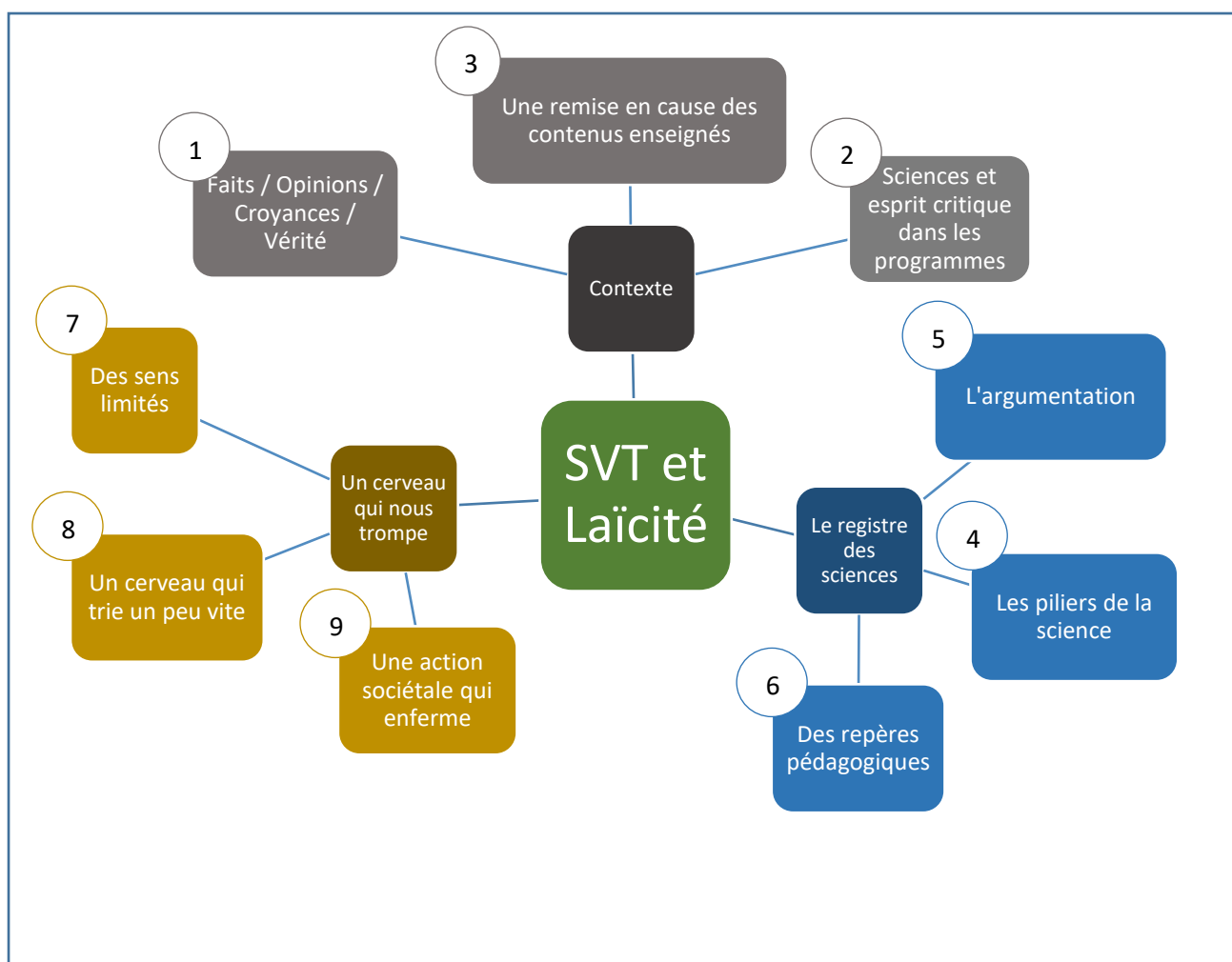
Un document de réflexion écrit par les IA-IPR de SVT de l'académie de Rennes

Johann GERARD, Eric LACOUTURE, Yves PEUZIAT

Novembre 2020

Mots clés : Savoir ; savoir scientifique ; arguments ; connaissances ; croyances ; faits ; opinions ; sentiments ; réalité ; vérité ; religion ; complot ; idéologie ; vérification ; affirmation ; jugement ; valeur ; fiabilité ; preuve ; doute ; registre scientifique ;

Les idées clés du document en une page



Idées clés développées	
1	Définir explicitement chacun de ces mots pour mieux les cerner et se poser la question « qu'est-ce que faire des sciences ? ». L'épistémologie apporte des solutions pour distinguer connaissance et croyance ; connaissance et conviction personnelle, fait et opinion.
2	Les enseignements scientifiques contribuent activement à la construction de l'esprit critique : le doute, la remise en question font partie intégrante de la pensée scientifique
3	Les enseignements scientifiques sont contestés depuis longtemps. La contestation reprend depuis 30 ans.
4	La meilleure manière de protéger l'enseignement scientifique de contestations est d'identifier avec précision les limites de son domaine intellectuel : la question de la séparation des registres est fondamentale et générale.
5	Pour établir le statut d'une affirmation vérifiable, il faut apporter des preuves. La preuve est précise (sans équivoque) et exacte (conforme à la réalité) : la preuve doit indiquer le fait. La preuve est solide et fiable : la preuve doit résister à l'analyse en lien avec le réel.
6	L'esprit critique se construit en faisant vivre des situations permettant de l'exercer au quotidien et ce, en mettant l'élève dans une démarche d'investigation collective privilégiant le sens et pas seulement la technique.
7	Ce que perçoit notre cerveau n'est pas (totalement) le réel
8	Sans inhibition cérébrale le cerveau a tendance à nous enfermer dans nos automatismes et donc nos opinions. Le système d'inhibition cérébrale c'est l'esprit critique du cerveau.
9	Les réseaux sociaux influencent et fabriquent des communautés de pensée : du groupe d'opinion au complotisme.

Table des matières

Les idées clés du document en une page	2
Propos introductif	4
Les relations entre sciences et laïcité.....	6
Une remise en cause de sciences qui n'est pas récente	10
Faits, croyances, opinions et vérité	13
Faits et opinions	13
Faits et croyances	15
Faits et science	20
Les arguments en sciences	21
Les statistiques en sciences.....	23
Le registre des sciences.....	26
Une méthodologie pédagogique et didactique	29
Des repères pédagogiques	32
Enseignement, apprentissages et laïcité.....	32
La technique ne peut se réaliser au détriment du sens et des valeurs.....	34
Pas que des exemples s'appuyant sur des questions vives.....	36
Ce cerveau qui nous trompe	38
De l'imperfection des sens	39
Notre cerveau trie les informations	39
Aspect social : du renforcement des opinions au complotisme	42
Références.....	44

Propos introductif

Depuis plusieurs années la liberté d'expression est attaquée. Dans notre république laïque, cette liberté est un des droits offerts à tous les citoyens. Parce que nous avons la possibilité de nous exprimer librement nous prenons inévitablement le risque d'exprimer des opinions qui ne sont pas partagées. Ne pas être d'accord est une situation qui devrait être banale, qui devrait déboucher sur des échanges mais qui peut maintenant ouvrir sur de la violence, jusqu'à l'assassinat. Le « vivre ensemble » est mis en péril parce que « le faire preuve d'esprit critique » n'est pas compris, du moins partagé.

Nous devons réaffirmer que l'École est bien le lieu où les élèves apprennent à construire et exercer l'esprit critique, et ce, dans tous les enseignements¹, car l'acte éducatif permet aux élèves d'être dans un collectif au sein duquel ils rencontrent une diversité d'opinions, de cultures. L'esprit critique ne s'apprend pas seul mais bien en société.

« En sciences de la vie et de la Terre, il est opportun d'explicitier la nature propre du savoir scientifique. L'enseignement transmet un savoir scientifique incontestable, des connaissances argumentées, démontrées, vérifiées. Les croyances, elles, font l'objet d'un sentiment de vérité, mais ne sont pas démontrables. »

Cette citation issue du Vadémécum laïcité renvoie à un des objectifs partagé par l'ensemble des disciplines du domaine des sciences et technologie. Elle renvoie plus largement à l'ensemble des disciplines enseignées avec l'intention de construire et développer l'esprit critique des élèves que nous formons.

Mais comment bien former nos élèves si nous ne prenons pas la mesure de chacun des mots de cet extrait du Vadémécum ?

- Savoir
- Savoir scientifique
- Connaissances argumentées
- Connaissances démontrées
- Connaissances vérifiées
- Croyances
- Sentiment
- Vérité

C'est un des objets de ce document : définir explicitement à quoi renvoie chacun de ces mots (et d'autres). Il s'agira de mieux les cerner car il s'agit bien souvent de concepts qui se sont construits petit

¹ Dans les compétences communes à tous les professeurs et personnels d'éducation⁹ et sur le thème du partage des valeurs de la République, l'aptitude à « aider les élèves à développer leur esprit critique, à distinguer les savoirs des opinions ou des croyances, à savoir argumenter et à respecter la pensée des autres » est citée.

Référentiel des compétences professionnelles des métiers du professorat et de l'éducation - arrêté du 1-7-2013 - J.O. du 18-7-2013

à petit et qui amènent finalement à se poser la question « qu'est-ce que faire des sciences ? ». L'histoire des sciences, ou l'épistémologie, nous propose des réponses.

Ces mêmes réponses seront capitales pour distinguer ce qui relève des croyances de ce qui relève de la science, évitant ainsi tout « bras de fer » stérile et permettant de construire les séquences pédagogiques facilitant la construction d'un esprit scientifique. Le terme « distinguer » est lui-même important : il s'agira de distinguer et non d'opposer.

Le lecteur le comprendra : **l'intention globale de ce document n'est aucunement de préconiser mais d'apporter des éléments pour questionner des pratiques.**



Une lecture rapide de ce document est rendue possible par la présence de résumés au début de chaque grande partie : ils sont identifiés par une icône en forme de chronomètre et écrits en bleu.

Les relations entre sciences et laïcité

Résumé :

Les enseignements scientifiques contribuent activement à la construction de l'esprit critique : le doute, la remise en question font partie intégrante de la pensée scientifique

Une première idée : la contestation touche les enseignements scientifiques principalement dans leurs contenus notionnels et non sur ses démarches. La meilleure manière de protéger l'enseignement scientifique de contestations d'inspiration anti laïque est d'identifier avec précision les limites de son domaine intellectuel. Il y a le registre scientifique et il y a un registre de l'opinion personnelle. Apprendre à distinguer les deux registres revient à apprendre quels sont les modalités de construction de tel ou tel savoir. L'épistémologie apporte des solutions pour distinguer connaissance et croyance ; connaissance et conviction personnelle, fait et opinion.

Une deuxième idée : chaque question socialement vive montre à la fois la nécessité de distinguer les apports des domaines disciplinaires et qu'il est indispensable de croiser ces regards pour approcher une réalité complexe. Le croisement des regards est un gage de laïcité.

Une troisième idée : après les contenus l'enseignant lui-même porte une attitude laïque en s'appliquant à lui-même la distinction des registres. L'enseignant doit parvenir à distinguer enseignement et militantisme : **éduquer au choix n'est pas éduquer des choix.**



Parfois, la laïcité constitue le projet explicite de la classe notamment au travers les programmes de certains enseignements comme en histoire géographie, en enseignement moral et civique. La question de la laïcité interfère aussi avec d'autres enseignements, sans pour autant en être l'objet explicite. La question laïque devient alors omniprésente, à la fois objectif général de formation et condition d'enseignement. C'est de cet aspect très général qu'abordent les propos de ce document : quelles sont les relations entre les enseignements scientifiques et la question laïque ?

Les enseignements scientifiques contribuent activement à la construction de l'esprit critique : le doute, la remise en question font partie intégrante de la pensée scientifique. Au-delà ce que Guillaume Lecointre² appelle un « scepticisme initial » les sciences construisent un savoir qui ne peut se confondre avec ce qu'il est communément appelé une opinion. C'est d'ailleurs une double difficulté à laquelle sont exposés les enseignants des disciplines scientifiques : non seulement ils doivent construire un esprit critique nécessaire au raisonnement scientifique mais le savoir ainsi construit ne peut supporter d'être critiqué par une opinion...

Un exemple simple : pendant un temps l'humanité a pensé que la Terre était plate. C'était un acquis partagé par l'opinion publique puisqu'aucune observation ne venait la contredire. C'est une forme d'esprit critique qui s'est autorisé à remettre en question ce dogme : de nouvelles observations, de nouvelles mesures, de nouveaux calculs ont démontré (scientifiquement) la sphéricité de notre planète. Ce savoir devrait être incontestable. Pour autant depuis quelques années nous avons constaté

² Professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle et directeur du département « Systématique et Évolution ». Il est également membre du conseil scientifique et de parrainage de l'AFIS.

le retour des « platistes ». On oppose donc de nouveau une opinion à un savoir scientifiquement établi et incontestable.

Nous voyons qu'il faut faire preuve d'esprit critique pour faire des sciences mais pour autant, tout en acceptant la critique, certains savoirs ne sont pas critiquables... Cela peut rendre le positionnement de l'enseignant difficile avec de jeunes élèves qui sont en construction intellectuelle. Surtout quand le message de type « opinion » est plus facile, plus attrayant, que le message scientifique.

C'est donc un défi didactique et pédagogique que doivent relever les enseignants. Les objectifs sont très clairement mentionnés dans nos différents programmes disciplinaires.

Extraits de différents programmes du cycle 3 au lycée

Préambule des programmes de cycle 3 en sciences et technologie

La construction de savoirs et de compétences, par la mise en œuvre de démarches scientifiques et technologiques variées et la découverte de l'histoire des sciences et des technologies, introduit la distinction entre ce qui relève de la science et de la technologie et ce qui relève d'une opinion ou d'une croyance. La diversité des démarches et des approches (observation, manipulation, expérimentation, simulation, documentation...) développe simultanément la curiosité, la créativité, la rigueur, l'esprit critique, l'habileté manuelle et expérimentale, la mémorisation, la collaboration pour mieux vivre ensemble et le goût d'apprendre.

Préambule des programmes de cycle 4

Les sciences aident à se représenter, à modéliser et appréhender la complexité du monde (...). Pour ces démarches d'investigation, l'éducation aux médias et à l'information constitue une précieuse ressource. Elle aide en effet à distinguer une information scientifique vulgarisée d'une information pseudo-scientifique grâce au repérage d'indices pertinents et à la validation des sources. Développer le jugement est un des buts privilégiés du cycle 4. Chaque discipline y concourt à sa manière en enseignant l'évaluation critique de l'information et des sources d'un objet médiatique (...) Les mathématiques et la culture scientifique et technique aident à développer l'esprit critique et le goût de la vérité ; celle-ci permet d'évaluer l'impact des découvertes et innovations sur notre vie, notre vision du monde et notre rapport à l'environnement.

Préambule du programme de SVT au cycle 4

Au cours du cycle 4, il s'agit, en sciences de la vie et de la Terre, de permettre aux jeunes de se distancier d'une vision anthropocentrée du monde et de distinguer faits scientifiques et croyances, pour entrer dans **une relation scientifique avec les phénomènes naturels ou techniques, et le monde vivant**. Cette posture scientifique est faite d'**attitudes** (curiosité, ouverture d'esprit, esprit critique, exploitation positive des erreurs...) et de **capacités** (observer, expérimenter, modéliser, ...).

Préambule du programme de ES terminale

Grâce, notamment, à l'approche scientifique, l'être humain dispose des outils intellectuels nécessaires pour devenir un acteur conscient et responsable de la relation au monde et de la transformation des sociétés. L'approche scientifique nourrit le jugement critique et rencontre des préoccupations d'ordre éthique. Ainsi, c'est de façon rationnellement éclairée que chacun doit être en mesure de participer à la prise de décisions, individuelles et collectives, locales ou globales.

Le but essentiel de l'enseignement scientifique est de dispenser une formation scientifique générale pour tous les élèves, tout en offrant un point d'appui pour ceux qui poursuivent et veulent poursuivre des études

scientifiques. Il ne vise pas à construire un savoir encyclopédique mais cherche plutôt à atteindre trois buts intimement liés :

- contribuer à faire de chaque élève une personne lucide, consciente de ce qu'elle est, de ce qu'est le monde et de ce qu'est sa relation au monde ;
- contribuer à faire de chaque élève un citoyen ou une citoyenne responsable, qui connaît les conséquences de ses actions sur le monde et dispose des outils nécessaires pour les contrôler ;
- contribuer au développement en chaque élève d'un esprit rationnel, autonome et éclairé, capable d'exercer une analyse critique face aux fausses informations et aux rumeurs.

Connaitre les objectifs est une chose, mettre en œuvre une pratique qui permet de les atteindre en est une autre. Si par le passé il était rare que la question laïque jaillisse au cours d'un enseignement nous devons bien constater que la remise en question voire la contestation de certains contenus d'enseignement monte. L'éducation à la sexualité, la théorie de l'évolution, l'exploration spatiale, la théorie du Big-Bang, etc. font l'objet de contestations de certains élèves, de parents, d'associations. La nature des contestations est d'ordre religieux, moral, voire complotiste. Soit les savoirs remettent en cause certains dogmes religieux (c'est le cas du Big-Bang, de l'évolution) soit ils remettent en cause des pratiques associées à ces dogmes (c'est le cas de l'éducation à la sexualité).

Une première idée

La remise en question touche les enseignements scientifiques principalement dans leurs contenus notionnels et non dans leurs démarches. C'est un point très important à souligner car il nous donne une indication extrêmement efficace pour à la fois protéger l'enseignement scientifique et pour construire, dans la durée, l'esprit critique chez les élèves.

Autrement dit, il est compliqué de défendre un savoir scientifique en avançant de manière exhaustive toujours plus de notions. Si quatre arguments ne réussissent pas à convaincre pourquoi faire le pari que deux de plus y parviendront ? Si un élève propose une autre explication comment lui faire comprendre que son interprétation, qui peut être tout à fait respectable, est alternative mais non scientifique ?

La meilleure manière de protéger l'enseignement scientifique est d'identifier avec précision les limites de son domaine intellectuel : la question de la séparation des registres est fondamentale et générale. Il y a le registre scientifique et il y a le registre de l'opinion personnelle. Apprendre à distinguer les deux registres revient à connaître quels sont les modalités de construction de tel ou tel savoir.

L'épistémologie apporte des solutions pour distinguer connaissance et croyance ; connaissance et conviction personnelle, fait et opinion.

Une deuxième idée

Au-delà de cette nécessaire distinction des registres de pensée, chaque question socialement vive montre à la fois la nécessité de distinguer les apports des domaines disciplinaires et qu'il est indispensable de croiser ces regards pour approcher une réalité complexe.

En effet certains sujets abordés en classe touchent des valeurs républicaines, des valeurs morales. Comment convaincre qu'enseigner le mode d'action d'une substance contraceptive n'est pas faire

l'apologie de telle ou telle pratique sexuelle ? L'éthique s'invite parfois dans les classes et le dogmatisme disciplinaire n'est pas une réponse.

Le croisement des regards par la pluridisciplinarité, qu'elle se manifeste par des projets communs ou plus simplement par la simple existence des différentes disciplines, est un gage de laïcité.

Une troisième idée

Au-delà du principe de laïcité, l'enseignant doit s'appliquer le principe de neutralité en s'appliquant à lui-même la distinction des registres.

Enseigner l'évolution n'est pas interdire une conviction religieuse ; enseigner l'atome n'est pas faire l'apologie du nucléaire ; enseigner le développement durable n'est pas faire du lobbying anti agriculteur ; enseigner comment on recherche du pétrole n'est pas tenir un discours climato-sceptique.

L'enseignant doit parvenir à distinguer enseignement et militantisme et justement mettre de côté ses propres convictions : enseigner c'est comprendre le monde et sa réalité dans sa complexité en appui sur des démarches au cœur desquelles figure la raison. Cela renvoie d'ailleurs aux nombreux enjeux éducatifs en lien direct avec les sciences de la vie et de la Terre : **éduquer au choix n'est pas éduquer des choix.**

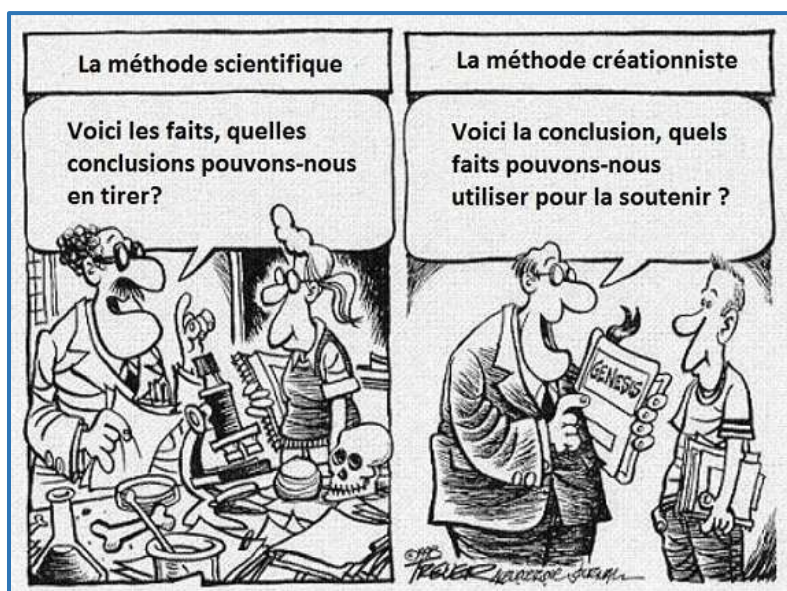
Conclusion

Nous le voyons, l'enseignement des sciences est éminemment laïc en garantissant une distinction des registres (scientifique / opinion : religieuse, philosophique, politique, morale...) non pour exclure mais pour faire cohabiter.

Une remise en cause de sciences qui n'est pas récente

Plutôt que de retracer toute l'histoire des controverses et contestations du discours scientifique nous vous proposons de se centrer sur l'essor du créationisme et du néocréationisme en tant qu'exemple parmi d'autres. Cet exemple est particulièrement intéressant pour plusieurs raisons puisqu'il montre :

- Qu'il existe une véritable stratégie de déstabilisation de la place des sciences dans les enseignements (ce qui fut démontré en tant que « stratégie du coin » : en s'attaquant à Darwin et à l'évolution, l'idée était ensuite de continuer sur les sujets liés à l'éducation à la sexualité puis d'autres...).
- Que le phénomène touche plusieurs religions.
- Qu'il n'a pas fallu attendre les « réseaux sociaux » pour propager ces idéologies (mais c'est aujourd'hui par ce biais que ce type d'idée diffuse).



La méthode scientifique versus la méthode créationniste, par l'artiste John Trever© Laetitia Theunis

Tout ce qui suit est tiré d'un Rapport de la Commission de la culture, de la science et de l'éducation (Rapporteur : Mme Anne BRASSEUR) daté du 17 septembre 2007. Le Rapport s'intitulait « **Les dangers du créationisme dans l'éducation** ».

Des affrontements entre créationnistes et ceux qui défendaient les théories de Darwin ont eu lieu tout au long des XIXe et XXe siècles, notamment aux États-Unis. En 1925, lors du premier procès dit « du singe », John Scopes, un enseignant de Dayton en Ohio, fut condamné pour avoir enseigné la théorie de l'évolution à ses élèves. [...] En 1968, aux États-Unis, la Cour Suprême déclare anticonstitutionnelles les lois antiévolutionnistes en vigueur dans plusieurs États.

Le dernier quart du XXe siècle [...] une résurgence [...] des thèses créationnistes. [...] La mouvance néocréationniste, que représente notamment «*Intelligent Design*», défend l'hypothèse de l'intervention d'une intelligence dite supérieure. Se présentant comme scientifique, l'Intelligent Design revendique que ses thèses soient enseignées dans les cours de biologie, aux côtés de la théorie de l'évolution.

Mais, en 2005, les créationnistes de l'Intelligent Design ont à leur tour subi un revers aux Etats-Unis. En effet, le juge John Jones, de Pennsylvanie, a déclaré que l'enseignement de l'Intelligent Design dans les écoles violait la séparation constitutionnelle entre l'Eglise et l'Etat.

Malgré cela, Le créationnisme (ou néocréationnisme) est toujours fortement développé dans le milieu anglo-saxon, principalement aux Etats-Unis et en Australie. L'institut américain de recherche *Pew* a réalisé en juillet 2005 un sondage montrant que 64 % des Américains étaient favorables à l'enseignement de l'Intelligent Design en plus de la théorie de l'évolution, et 38 % des Américains seraient partisans d'un abandon total de l'enseignement de l'évolution dans les écoles publiques. Le président américain Georges W. Bush adhère au principe du double enseignement de l'Intelligent Design et de la théorie de l'évolution. A l'heure actuelle, 20 Etats américains sur 50, sont concernés par de potentiels aménagements des programmes scolaires en faveur de l'Intelligent Design.

Au côté d'un créationnisme d'obédience chrétienne, l'on trouve désormais un créationnisme d'obédience musulmane. En effet, avec la percée des mouvements islamistes au début des années 1980, les arguments créationnistes d'origine chrétienne sont devenus populaires parmi certains milieux musulmans. Le début de l'année 2007 a été marqué par une offensive menée par le créationniste turc, musulman, Harun Yahya qui a fait parvenir à de nombreux établissements scolaires français, belges, espagnols et suisses son dernier et très luxueux ouvrage intitulé *L'Atlas de la Création*, ouvrage qui prétend dénoncer «l'imposture» de la théorie de l'Evolution. En réponse, le ministre de l'Education nationale, Gilles de Robien, a demandé aux recteurs d'académies de veiller à ce que ce livre «*qui ne correspond pas au contenu des programmes établis par le ministère, ne figure pas dans les centres de documentation et d'information des établissements scolaires*».

Par ailleurs, à noter que les thèses créationnistes apparaissent déjà dans certains manuels scolaires turcs, et 75 % des lycéens turcs ne croient pas à la théorie de l'évolution. Cependant, des mouvements de contestation se sont formés en Turquie. Une commission a été créée en 1998 pour répondre aux critiques et aux attaques créationnistes à l'encontre des idées évolutionnistes et pour tenter de prévenir l'opinion publique

Le Groupuscule *ProGenesis* : Le groupuscule créationniste suisse ProGenesis œuvre pour la réhabilitation du livre de la Genèse, son but est d'imposer le créationnisme face à l'évolutionnisme, et ce par des moyens médiatiques ou ludiques.

La théorie de l'évolution et le « darwinisme » ont été publiquement remis en cause à l'automne 2006 par le vice-ministre polonais de l'Education et député de Lodz, Mirosław Orzechowski, rattaché à la Ligue des familles polonaises (LPR, parti d'extrême droite ultracatholique). Il a déclaré que «*la théorie de l'évolution est un mensonge, une erreur qu'on a légalisé comme une vérité courante*». Il a ajouté qu'«*il ne faut pas enseigner les mensonges, tout comme il ne faut pas enseigner le mal à la place du bien et la laideur à la place de la beauté*».

En février 2007, en Russie, le ministère de l'Education et de la Science s'est vu attaqué par une jeune fille de 16 ans et son père n'acceptant pas que les manuels scolaires de biologie ne proposent qu'une théorie, celle de l'évolution, incompatible avec leurs croyances.

Letizia Moratti, alors ministre italienne de l'Enseignement et de la Recherche de Silvio Berlusconi, a proposé en février 2004, dans le cadre d'une réforme de l'éducation et notamment des programmes

scolaires, un décret visant à abolir l'enseignement de la théorie de l'évolution dans l'enseignement primaire et secondaire.

En Angleterre, des créationnistes donnent des conférences dans les écoles publiques et les universités. A l'été 2006, l'Angleterre a accueilli pendant trois jours le plus grand colloque international des créationnistes.

En 2004, la ministre [serbe] de l'Education, Liliana Colic, a été contrainte de démissionner de son poste après avoir ordonné aux écoles d'abandonner l'enseignement de la théorie Darwinienne de l'évolution, si les thèses créationnistes n'étaient pas également présentes dans les programmes scolaires.

En 2005, la ministre néerlandaise de l'Education de l'époque, Maria Van der Hoeven, a suscité le trouble en proposant l'organisation d'un débat sur l'enseignement des théories de l'évolution dans les écoles de son pays.

La Suède a ouvert le premier musée créationniste à Uméa en 1996.

En France, L'UIP *Université Interdisciplinaire de Paris*, association loi 1901, a été créée en 1995 sur les cendres de l'Université Européenne de Paris, fondée en 1989 pour succéder à l'Université Populaire de Paris. Soutenue à ses débuts par des entreprises prestigieuses, elle a progressivement été abandonnée par ses sponsors en raison des soupçons de néocréationnisme qui pesaient sur elle.

Faits, croyances, opinions et vérité

Résumé :

L'**opinion** est un jugement, avis, sentiment qu'un individu ou un groupe émet sur un sujet, des faits, ce qu'il en pense. Par extension l'**opinion** peut être portée sur un individu, un être vivant, un phénomène, un fait, un objet ou une chose. Elle peut être considérée comme bonne ou mauvaise (le discours peut mener aussi bien au faux qu'au vrai).

Si une affirmation est vérifiable c'est que nous pouvons la prouver : en science la « preuve » vient de l'observation, de l'expérimentation, de la modélisation. Si une affirmation est vérifiée par l'observation, l'expérimentation, la modélisation alors elle devient un **fait établi**. C'est aussi le **savoir scientifique** tel qu'il est construit à l'école.

Une **croyance** est une conviction (Fait de croire à l'existence de quelqu'un ou de quelque chose, à la vérité d'une doctrine, d'une thèse).

Un croyant adhère à une idée qu'il considère comme étant une vérité, indépendamment des faits, ou de l'absence de faits, confirmant ou infirmant cette thèse ou cette hypothèse.

une **croyance** n'a pas besoin de reposer sur des **faits établis** mais peut s'accommoder de certains **faits**, ceux qui vont dans le sens de ladite croyance.

La distinction entre croyance et **connaissance** est un objectif explicite de l'école. Une des spécificités de la connaissance (ou du **savoir**) est qu'elle évolue sans cesse. De nouveaux faits (nouvelles données, nouveaux résultats) peuvent être découverts, ainsi on préfère la notion de fiabilité à la notion de vérité. Le savoir est d'autant plus légitime qu'il ne cesse de se justifier rationnellement. S'il échoue, il sera remplacé par un autre savoir, plus cohérent et plus solide.



Faits et opinions



Au final il ne restera que des opinions personnelles, reste à savoir si elles s'appuient sur des savoirs ou des croyances.

Déjà les philosophes Grecs anciens distinguaient l'avis (doxa) d'une réflexion élaborée en disant que la raison (logos) permettait de faire la différence.

Les opinions peuvent être simplement personnelles ou bien partagées (par un petit groupe d'individus ou par le plus grand nombre). Le sujet est donc de comprendre sur quoi repose une opinion personnelle :

- Sur des faits vérifiés et vérifiables ?
- Sur des croyances ?

Lors d'un échange, il est important de distinguer ce qui relève d'une affirmation vérifiable, d'un fait, d'un sentiment, d'une opinion, d'une croyance ou d'un jugement de valeur.

Opinion

Sens premier lié au verbe « opiner », du latin *opinari* = avoir un avis

Aujourd'hui le sens est élargi à une dimension individuelle (jugement sans besoin de justification) qui renvoie également à la « liberté d'opinion » (proche de « liberté d'expression », avec des limites : racisme, négationnisme) et une dimension collective « l'opinion publique (1590) », le « sondage d'opinion ».

L'opinion est un jugement, avis, sentiment qu'un individu ou un groupe émet sur un sujet, des faits, ce qu'il en pense (Définition Larousse).

Par extension l'**opinion** peut être portée sur un individu, un être vivant, un phénomène, un fait, un objet ou une chose. Elle peut être considérée comme bonne ou mauvaise (le discours peut mener aussi bien au faux qu'au vrai).

Dire qu'une opinion est un jugement que l'on peut porter sur un fait (vérifié ou non) distingue clairement les deux.

- Dire que la Terre est une sphère n'est pas une opinion : cela repose sur de nombreuses faits vérifiés et vérifiables.
- Penser (et dire) que la Terre est plate est une opinion personnelle qui rejoint une opinion publique minoritaire. Cet avis repose sur quelques observations mais est contredit par d'autres.

Dans la sphère éducative : l'opinion a un sens plutôt négatif et combattu (sauf comme hypothèse de travail avant de s'engager dans des démarches visant la convocation de preuves), en opposition à la raison ; « ne pas dire sans pouvoir prouver ».

On parle d'**opinion publique** quand **une opinion personnelle** est partagée par un groupe. L'opinion publique reste difficile à définir puisque selon les approches politiques, sociologiques, on considère que le partage du jugement émis se fait par une majorité (définition Larousse : La manière de penser la plus répandue dans une société, celle de la majorité du corps social) ou s'applique aussi quel que soit la taille du groupe (ensemble des convictions et des valeurs, des jugements, des préjugés et des croyances plus ou moins partagés par la population d'une société donnée).

Le fait

En reprenant l'exemple précédent sur la nature sphérique de notre planète nous voyons l'importance de concept de « vérification ». Si une affirmation est vérifiable c'est que nous pouvons la prouver : en science la « preuve » vient de l'observation, de l'expérimentation, de la modélisation. L'idée est d'appliquer une méthodologie objective de vérification d'une affirmation.

Si une affirmation est vérifiée par l'observation, l'expérimentation, la modélisation alors elle devient un **fait établi**. C'est aussi le **savoir scientifique** tel qu'il est construit à l'école.

Un fait établi reste pour autant discutable si de nouvelles observations, mesures, etc. viennent le contredire, l'enrichir.

A contrario les opinions personnelles sont subjectives et ne sont pas réellement discutables : aucune méthodologie convoquant le réel ne permet d'appuyer telle ou telle idée. Si une opinion peut évoluer il n'existe pas de protocole de vérification.

Faits et croyances



Croyance

Sens premier de « croire » qui dérive du latin *credere*, terme de la langue religieuse (croire au sens de la foi religieuse)

Puis le sens se profanise très tôt : « mettre sa confiance en... » avec une coexistence de sens divers : sens religieux, penser que (proche de l'opinion), sens péjoratifs (naïveté : croire au père Noël, ne pas être sûr, ...superstitions).

Une **croyance** est une conviction (Définition Larousse : Fait de croire à l'existence de quelqu'un ou de quelque chose, à la vérité d'une doctrine, d'une thèse).

De je « pense que » (sans chercher à vérifier) à « je crois que » (sans chercher à vérifier) il n'y a qu'un pas. Nous pouvons distinguer plusieurs types de croyances : des croyances politiques, philosophiques, populaires (ou idées reçues) aux croyances religieuses (que l'on peut également définir par la « foi »).

- Je pense que les fantômes existent
- Je crois aux fantômes

Une différence subtile mais dans le second cas nous nous dirigeons vers une « vérité » qui ne saurait être remise en cause.

Un croyant adhère à une idée qu'il considère comme étant une vérité, indépendamment des faits, ou de l'absence de faits, confirmant ou infirmant cette thèse ou cette hypothèse. Ainsi, les croyances sont souvent des certitudes sans preuve. Elles s'opposent en un sens à l'idée d'esprit critique. Au niveau individuel la croyance peut être ajustée pour une meilleure adhésion à un ensemble d'opinions personnelles et pour éviter ainsi des conflits cognitifs. Il en résulte une représentation personnelle et conceptuelle de la réalité.

Dans la sphère éducative : on se limite le plus souvent au sens religieux, pour le distinguer de la connaissance.

Dans le cas des croyances des démarches de vérification peuvent néanmoins se tenir. Mais à la différence des sciences il s'agit de chercher des « preuves » uniquement pour confirmer la croyance initiale. Les découvertes pouvant amener à des remises en question sont écartées.

On voit que croyance et faits ne s'opposent pas totalement : une **croyance** n'a pas besoin de reposer sur des **faits établis** mais peut s'accommoder de certains **faits**, ceux qui vont dans le sens de ladite croyance.

Pour Guillaume Lecoindre « Le mode de légitimation d'une croyance religieuse ne repose absolument pas sur sa remise en cause permanente et rationnelle, comme le fait le savoir scientifique. »

Pourtant les croyances elles-mêmes peuvent évoluer avec le temps. La différence avec la science c'est justement la temporalité : l'évolution en matière de sciences accepte la rapidité (du jour au lendemain, une découverte scientifique peut s'imposer. Une religion ne change pas de dogme en si peu de temps).

Connaissance

Un terme à la polysémie dangereuse... Le sens de « connaître » évolue depuis le 11^{ème} siècle : du latin *cognoscere* (apprendre à connaître, chercher à savoir). Le sens premier est lié au savoir, deux termes à peu près synonymes dans le langage courant.

Dans la sphère éducative : « connaître » est un objectif fondamental de l'école (réaffirmé par le socle commun de connaissances et de compétences) à la différence de la croyance (réservée à la sphère privée) ; la distinction entre croyance et connaissance est un objectif explicite de l'école.

Une des spécificités de la connaissance (ou du savoir) est qu'elle évolue sans cesse.

Il y a une trentaine d'années, on pensait que l'espèce Homo sapiens avait 100.000 ans d'âge. Mais depuis des publications successives ont repoussé cet âge de 100.000 ans une première fois et de nouveau de 100 000 ans (une équipe internationale dirigée par le paléanthropologiste Jean-Jacques Hublin, menées sur des fossiles trouvés au Jebel Irhoud au Maroc, à 100 km au nord-ouest de Marrakech en 2017). De nouveaux faits (nouvelles données, nouveaux résultats) peuvent être découverts, ainsi on préfère la notion de fiabilité à la notion de vérité.

Le savoir est d'autant plus légitime qu'il ne cesse de se justifier rationnellement. S'il échoue, il sera remplacé par un autre savoir, plus cohérent et plus solide.

Théorie

L'établissement des connaissances ne requiert pas que des mesures, tests, ou observations. Il faut aussi les interpréter et c'est dans ce cadre qu'on établit des théories.

Une théorie scientifique rassemble un ensemble d'explications de phénomènes, très bien vérifiées car soutenues par de nombreux faits établis. Ce n'est donc pas la définition partagée dans le sens commun évoquant une vague idée non étayée.

Une théorie scientifique peut évoluer (avec de nouveaux faits venant la confirmer davantage) voire être remplacée par une nouvelle. La nouvelle théorie devra toutefois satisfaire aux nouveaux faits tout en conservant sa dimension intégrative des précédents (précédents (on dit que la science est cumulative)).

« L'évolution est juste une théorie ? La gravité aussi et je ne vous vois pas sauter du haut des immeubles pour autant » - Richard Dawkins -

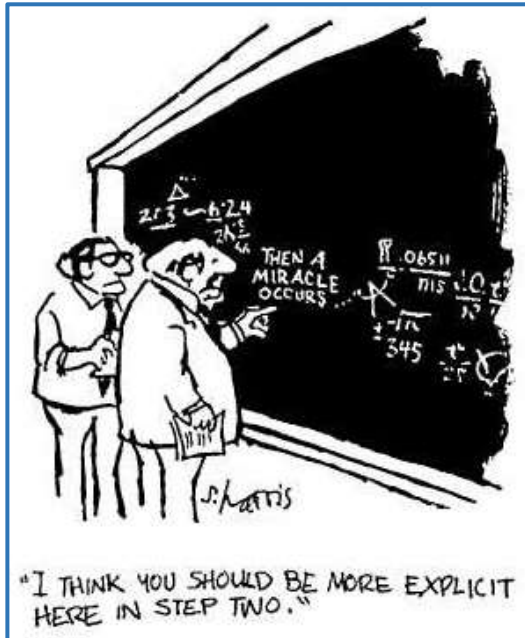
Un exemple connu en SVT est le remplacement de la théorie de la dérive des continents par la théorie de la tectonique des plaques : cette dernière intègre parfaitement les faits avancés par Wegener tout en proposant une explication respectant les découvertes plus récentes des structures externe et interne de notre planète.

Comment une théorie en remplace une autre ? La nouvelle théorie :

- fournit les prédictions les plus précises et les plus exactes (soit les plus proches des observations ou résultats d'expériences) et explique beaucoup de choses en lien avec les faits,
- est compatible avec les autres théories existantes,
- a un domaine d'application large et est parcimonieuse.

Vérité

Peut-être le piège absolu, tant la relation entre récit scientifique et vérité est épistémologiquement complexe. Il faudrait opposer la vérité révélée du discours religieux (avec la commodité d'un récit définitif et non argumenté) avec la vérité démontrée du discours scientifique.



Pour autant la nature même de la démarche scientifique repose sur l'élaboration d'un récit du monde qui peut changer au gré des découvertes. Alors la vérité peut-elle être provisoire ? C'est ce qu'en disent les sciences pourtant.

Il y a là un piège polysémique : longtemps les sciences se sont attribuées la nature du « vrai », parfois en constatant que le « vrai » d'hier n'est plus le « vrai » d'aujourd'hui. Tout comme certaines enzymes étaient sensées laver « encore plus blanc », la science est-elle sensée fabriquer du savoir « encore plus vrai » ?

Les modèles scientifiques sont construits autour d'idées fortes, de colonnes vertébrales – les paradigmes – que les scientifiques essaient de conserver aussi longtemps que possible, quitte à les modifier pour les adapter aux faits ou aux expériences apparaissant comme des anomalies (comme l'introduction des épicycles par Ptolémée au II^{ème} siècle après JC, pour expliquer le mouvement particulier de certaines planètes dans le modèle géocentrique, notamment la rétrogradation de Mars). La situation devient critique lorsque ces ajustements deviennent impossibles ; il convient alors de changer de paradigme, ce qui est caractéristique des « révolutions scientifiques » comme la révolution Copernicienne qui entérina définitivement le modèle héliocentrique au XVI^{ème} siècle. La science est donc en perpétuelle évolution. On peut aussi citer l'avènement au début du XX^{ème} siècle de la théorie de la relativité restreinte et « l'ajustement » du modèle planétaire de l'atome (le modèle de Bohr) prémisses de la physique quantique. Les révolutions successives dans la pensée scientifique (Pasteur, Karl Popper et d'autres) nous amènent à dire que la science ne propose pas un récit de vérité (ou un récit « vrai ») mais propose un récit **vérifiable**.

D'ailleurs les sciences ont souvent été piégées par ce concept de vérité

- La tricherie sur les faits : la fraude scientifique
- L'idéalisation médiatique de la vérité scientifique
- La vision péjorative de la théorie
- La vision péjorative de la controverse scientifique
- L'effet dévalorisant de certains usages de la science
- La confusion erreur / incertitude
- Scepticisme moteur et relativisme

Une fois encore nous constatons l'importance de l'épistémologique pour comprendre ce qu'est la science.

- Un raisonnement « vrai » n'existe pas en sciences : on parle de raisonnement rigoureux ou « juste ».
- Un savoir scientifique « vrai » n'existe pas en sciences : on parle de savoir vérifié donc vérifiable. Ce qui renvoie également à un concept non pas de « vérité » mais de « validité ».

	Nature du récit religieux	Nature du récit scientifique
Mode de construction	La révélation	L'argumentation critique
Éléments du scénario	l'intervention immatérielle	L'a priori matérialiste ou postulat d'objectivité des faits
Durabilité du discours	Immuable	En devenir ; a sa propre histoire
Mode d'adhésion au savoir religieux	Croyance Une « vérité »	Connaissance – Savoir Validité – Vérifiable Fiabilité

Résumé :

Une grande part du travail des scientifiques est d'ailleurs de chercher à vérifier la fiabilité de telle ou telle interprétation élaborée à partir de tel ou tel fait. L'adhésion de la communauté scientifique à une théorie est basée sur cette possibilité de vérification et de réfutation permanentes.

Un fait en science est donc quelque chose qui a été montré par le test, la mesure, l'observation : il a un caractère indiscutable. En revanche les explications, interprétations, se nourrissent de faits. En cela une interprétation n'a pas de caractère indiscutable mais sa fiabilité sera fonction du nombre de faits qui viennent en soutien de sa construction

Un discours scientifiquement argumenté est un discours qui s'appuie sur des preuves (qui peuvent être des observations, des mesures, des modèles, des données expérimentales...) et pas une explication uniquement fondée sur des notions.

Un argument scientifique repose sur des mesures, des observations (au sens large ; pas uniquement sur une observation de l'œil humain dont on sait les limites sensorielles et de mémorisation) qui sont **vérifiables** et **reproductibles**.

En SVT l'utilisation des statistiques est fréquente, notamment quand la notion de risque est abordée. Les statistiques ne sont pas des faits : ce sont des outils. La confusion peut exister et il est important de faire comprendre ce qu'est une statistique, comment elle est construite, en quoi elle peut éclairer une vision du monde et quelles sont ses limites.



Une affirmation peut être possible, impossible, probable, improbable, ou prouvée.

- Une chose possible implique simplement que la chose en question est logiquement et physiquement possible au vu de nos connaissances actuelles.
- Une chose impossible ne peut, elle, se produire, quel que soit l'état de nos connaissances.
- Une chose probable a des chances de se produire, et sera considérée ici comme ayant plus de chance de se produire que de ne pas se produire (et vice-versa pour l'improbable).
- Une chose devient **un fait prouvé** si un test, une expérience, une mesure ou une observation a permis de montrer que cela se produisait effectivement.

Parler de fait prouvé ne renvoie pas à une vérité absolue qu'il conviendrait alors de transmettre de manière dogmatique : le protocole initial peut comporter des erreurs, l'observation partielle, l'interprétation discutable... On préfère parler de fiabilité que de vérité. Il y a donc une différence entre le fait et l'interprétation.

- Un fait en science est donc quelque chose qui a été montré par le test, la mesure, l'observation : il a un caractère indiscutable.
- En revanche les explications, interprétations, se nourrissent de faits. En cela une interprétation n'a pas de caractère indiscutable mais sa fiabilité sera fonction du nombre de faits qui viennent en soutien de sa construction.

Une grande part du travail des scientifiques est d'ailleurs de chercher à vérifier la fiabilité de telle ou telle interprétation élaborée à partir de tel ou tel fait³. L'adhésion de la communauté scientifique à une théorie est basée sur cette possibilité de vérification et de réfutation permanentes. La science produit collectivement en permanence de nouveaux faits qui viennent enrichir ou contredire des théories. Le tout est rendu possible par des échanges entretenus entre les membres de la communauté scientifique qui partagent leurs méthodes, leurs travaux de recherches par le biais de publications.

Après avoir été premièrement évalué par des pairs extérieurs, un article proposant le compte-rendu d'une recherche paraît dans un journal spécialisé. Mais si personne ne reproduit le résultat, même s'il est publié dans des revues prestigieuses, il sera oublié. La stabilisation des savoirs n'est possible que parce qu'il y a corroboration d'un même résultat par des équipes indépendantes.

On comprend que ce mécanisme est très différent de celui de l'adhésion aux croyances où le fait ne peut remettre en cause le dogme.

Les arguments en sciences

Un discours scientifiquement argumenté est un discours qui s'appuie sur des preuves (qui peuvent être des observations, des mesures, des modèles, des données expérimentales...) et pas une explication uniquement fondée sur des notions.

Exemple :

« *On constate un réchauffement climatique global* » : cette phrase est un savoir scientifique établi mais ne comporte pas d'argument.

« *On constate un réchauffement climatique global que l'on a mesuré à plus de 1°C en un siècle et dont on observe des conséquences, le recul constant des glaciers* » : cette phrase devient un savoir scientifique argumenté (une mesure, une observation).

L'idée principale est qu'une affirmation relève d'une argumentation est de nature scientifique si elle prend le statut d'une preuve vérifiable.

En vous rendant au gymnase vous aviez vos clés de maison dans votre sac de sport qui est resté dans le vestiaire durant la séance. En revenant chez vous vous constatez que les clés n'y sont plus et vous téléphonez à la mairie pour signaler un vol. Pour autant quelle est la preuve du vol ? La disparition d'un

³ Karl Popper illustre ainsi cette attitude : « les scientifiques essaient d'éliminer leurs théories fausses, ils essaient de les faire mourir à leur place. Le croyant — qu'il soit animal ou homme — périt avec ses fausses croyances ».

objet est-elle une preuve suffisante ? Se peut-il que les clés soient tombées du sac pendant que vous vous changiez ? Se peut-il que vous ayez mal cherché ?

Un argument scientifique repose sur des mesures, des observations (au sens large ; pas uniquement sur une observation de l'œil humain dont on sait les limites sensorielles et de mémorisation) qui sont **vérifiables** et **reproductibles**.

Un argument scientifique sera d'autant plus recevable qu'il comprend les qualités suivantes :

- Solidité et fiabilité : *la preuve doit résister à l'analyse*
- Précision et exactitude : *la preuve doit indiquer le fait sans équivoque et conforme à la réalité*
- Pertinence : *dans des débats, on propose parfois des arguments qui n'ont rien à voir avec le sujet*
- Contextualisation : *toujours se demander si autre chose ne pourrait pas expliquer la situation et si la source qui avance une preuve est fiable et n'a pas un intérêt*

En SVT l'utilisation des statistiques est fréquente, plus ou moins explicitement, notamment quand la notion de risque est abordée (en lien avec le domaine de la santé, de l'environnement par exemple).

Les statistiques ne sont pas des faits : ce sont des outils. La confusion peut exister et il est important de faire comprendre ce qu'est une statistique, comment elle est construite, en quoi elle peut éclairer une vision du monde et quelles sont ses limites. Cette confusion des genres est accentuée quand des médias, ou un public profane, utilisent des données statistiques comme des arguments et les présentent comme des faits.

Prenons par illustration le risque sanitaire qui renvoie à des objectifs des programmes de SVT, en rapport avec une réflexion sur la responsabilisation, en termes de santé individuelle et de santé publique.

Le risque sanitaire correspond à la probabilité que survienne un événement nuisible à la santé d'un individu ou d'un groupe d'individus. On parle de **risque individuel** lorsque c'est la personne elle-même qui a une conduite à risque (par exemple une addiction) et de **risque collectif** lorsqu'un nombre important de personnes est concerné par la menace (épidémies, pandémies, altérations environnementales).

Concernant le risque coronarien voilà deux nombres que l'on retrouve :

- Il avoisine les 11% dans les 10 ans en cas d'hypercholestérolémie et de tabagisme
- Un fumeur a 1,5 fois plus de risque qu'un non-fumeur.

Autrement dit une interprétation rapide serait de dire que les deux propositions ne disent pas la même chose ou se contredisent : dans la première un fumeur aurait « 10 % de risque » d'avoir un accident cardiaque, dans la seconde « 50% de risque en plus »... Et donc on ne pourrait pas faire confiance aux faits.

Encore une fois il s'agit de s'interroger sur comment ces valeurs sont calculées : l'explicitation, même rapide, de la méthode explique que ces deux valeurs sont tout à fait compatibles.

- Dans le premier cas c'est un risque **absolu** qui est calculé à partir de la seule population des personnes qui fument et qui présentent des problèmes de cholestérol : au sein de cette population, statistiquement, 11 personnes sur 100 auront un accident cardiaque dans les 10 ans.
- Dans le second cas c'est un risque **relatif** qui est calculé, c'est-à-dire que deux populations sont considérées (rapport de l'incidence d'un événement dans une population exposée à un facteur de risque à l'incidence dans une population non exposée) : au sein de l'ensemble de la population ceux qui fument ont statistiquement 50 % de risque en plus (par rapport aux autres) de développer une pathologie cardiaque.

Pour les deux cas les risques calculés ne veut pas dire qu'individuellement tel ou tel fumeur fera (ou ne fera pas) un infarctus : on ne peut parler de fait. En revanche dans les deux cas les risques calculés **peuvent devenir des arguments** en faveur de santé publique. Il importe donc d'avoir une vigilance quant à l'utilisation de données statistiques dans une argumentation, le meilleur moyen étant certainement d'indiquer comment ces valeurs sont construites.

Cela permet en outre d'aborder les limites de nombreux modèles statistiques qui ont une vocation prédictive mais qui doivent en permanence être remis en cause, confirmés, affinés, etc. par les mesures réelles a posteriori (par exemple les modèles du réchauffement climatique élaborés il y a plusieurs dizaines d'années dont les mesures actuelles semblent confirmer les scénari pessimistes).

Les statistiques peuvent néanmoins servir à savoir si un argument est recevable parce que la science moderne s'appuie sur des **résultats statistiquement significatifs et raisonne en termes de probabilités en utilisant des outils mathématiques**. L'idée est bien de disposer d'un outil d'évaluation des données pour éviter des interprétations trop hâtives de faits mesurés ou observés.

En recherche, l'utilisation des méthodes statistiques est incontournable pour mesurer les incertitudes et les discuter au regard des résultats. Elle amène les scientifiques à être précis, prudents et nuancés dans leur propos quand certains aimeraient avoir des résultats tranchés, blancs ou noirs, souvent en négligeant ou tout simplement en sous-estimant la complexité de la réalité.

Par exemple le test du Khi-2 permet savoir si un résultat est dû seulement aux fluctuations d'échantillonnage ou si deux variables aléatoires sont indépendantes.

Autre exemple : en 1919, Fisher avait été sollicité par le centre de recherche expérimentale de Rothamsted en Angleterre, qui travaillait sur les fertilisants agricoles. Les scientifiques du centre cherchaient à mesurer l'efficacité des nouveaux fertilisants de synthèse. Depuis 1843, ils avaient accumulé un grand nombre de données mais ne parvenaient pas à en tirer des conclusions quant à l'efficacité de tel ou tel fertilisant : un engrais était plus performant qu'un autre une année mais pas la suivante, certains engrais ne semblaient agir que sur certaines cultures et la variabilité des précipitations d'une année sur l'autre rendait les résultats expérimentaux difficiles à interpréter. En somme, il y avait trop de paramètres variables incontrôlés.

Les analyses de Fisher ont montré que la relation entre les précipitations et la croissance des plantes était de loin plus significative d'un point de vue statistique que la relation entre les types de fertilisants et la croissance des plantes. Ce constat a amené les scientifiques à reconsidérer les conditions expérimentales. Dans son ouvrage *The Design of Experiments*, Fisher a introduit 3 concepts fondamentaux en science :

- **Les témoins** : Ils permettent de réaliser des mesures dans les conditions les plus proches des conditions naturelles pour avoir une base de comparaison avec le test de la variable choisie.
- **L'échantillonnage aléatoire** (on utilise parfois l'anglicisme randomisation⁴) : Il vise à éliminer un maximum de biais expérimentaux par l'interférence de facteurs autres que ceux étudiés (par exemple les « effets de bordure »)

⁴ Pour tester l'efficacité d'un médicament, on peut procéder à test en 'double aveugle' : pendant toute la durée de l'expérience, le patient ignore s'il a reçu le médicament ou un placebo et le médecin ne connaît pas non plus la répartition des substances selon les patients. C'est une autre application du concept de randomisation : on cherche à éviter les biais liés à l'interférence de facteurs autres que les données scientifiques : dans ce cas précis, une réticence à essayer un produit nouveau ou l'administration de la substance nouvelle aux malades moins gravement atteints pour étayer une conviction, etc.

- **La reproductibilité** : pour quantifier et tenir comptes des possibles variations liées aux erreurs de mesures ou aux dispositifs expérimentaux, les expériences doivent pouvoir être reconduites plusieurs fois. C'est une manière d'estimer la robustesse des résultats obtenus.

Ces trois concepts sont toujours à l'esprit des scientifiques qui conçoivent et conduisent des expérimentations. Mais si les statistiques sont bien présentes au moment de la conception d'un protocole expérimental, elles sont bien sûr fort utiles pour les étapes suivantes : l'analyse et l'interprétation des données.

Plusieurs techniques de statistiques ont été développées pour l'analyse de données mais on peut les catégoriser en deux groupes : les statistiques descriptives et les statistiques inférentielles.

Les statistiques descriptives

Une fois les données collectées, il convient de synthétiser et de résumer l'information contenue dans ces données. On utilise pour cela des représentations des données sous forme de tableaux, de graphiques ou d'indicateurs numériques (tels que la moyenne, la variance, la corrélation linéaire, pour des variables quantitatives). Cette phase est connue sous le nom de statistique descriptive.

Le but de la statistique descriptive est donc de décrire des données en mettant de l'ordre et une certaine régularité; c'est comme si l'on faisait le résumé du livre : le résumé à l'avantage d'être plus court, plus facile à lire et comporte les éléments essentiels, mais le résumé néglige certains aspects pour faciliter la lecture.

Les statistiques inférentielles

Les statistiques sont intéressantes, mais elles sont coûteuses si elles doivent reposer sur un très grand nombre de données (enquêtes sur un grand nombre d'individus, multiplication des expérimentations, des mesures, etc.). Les statistiques inférentielles utilisent la théorie des probabilités pour restreindre ce nombre

L'estimation ponctuelle ou par intervalle de confiance et la théorie des tests d'hypothèses constituent une partie principale de la statistique inférentielle.

L'expression « un résultat statistiquement significatif » est parfois mal comprise et interprétée comme « un résultat important », sous-entendu qui a de la valeur. Si un résultat est « statistiquement significatif », c'est que l'on peut considérer que ce résultat n'est pas le fait du hasard ou d'une erreur mais bien une le fait d'une tendance.

Le registre des sciences

Résumé :

les scientifiques construisent des explications rationnelles de ce que nous observons du monde réel; ces explications sont validées par des observations, des mesures, des expériences reproductibles. Toute explication faisant intervenir une option métaphysique ou surnaturelle ne peut être retenue : le périmètre des sciences est donc laïc par nature.



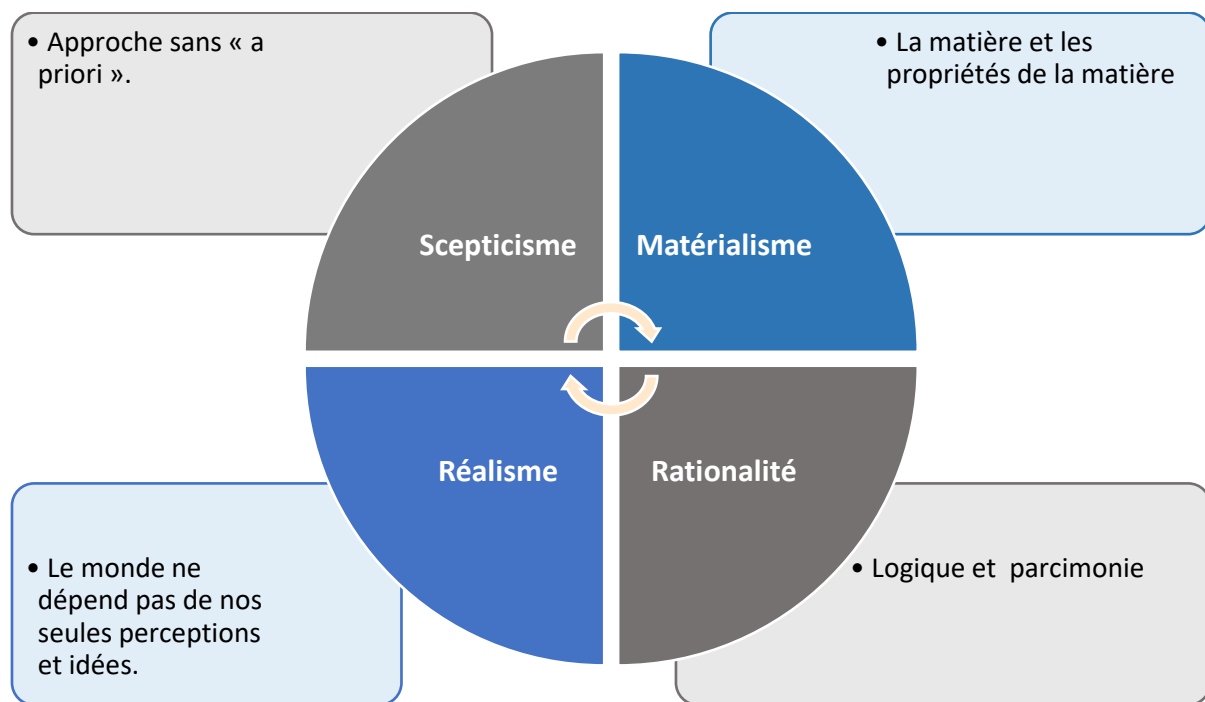
Pour Guillaume Lecointre, faire des sciences repose sur quatre piliers :

- **Scepticisme initial**
- **Matérialisme**
- **Réalisme**
- **Rationalisme**

Qu'est-ce qui différencie le croyant, du savant et du scientifique ? Il s'agit de définir la science comme une méthode et non comme une accumulation de connaissances référée à un objet d'étude. C'est vers la fin du XVIII^{ème} siècle que la science s'écarte elle-même du dogmatisme pour acquérir un statut d'universalisme : le but de la science est de construire des connaissances objectives, universellement partageables parce que corroborées par plusieurs chercheurs indépendants. Se met alors en place une communauté scientifique.

Au sein de cette communauté, les scientifiques vont construire des explications rationnelles de ce que nous observons du monde réel; ces explications sont validées par des observations, des mesures, des expériences reproductibles. La science vise donc à expliquer le monde en ne se servant que d'arguments issus de la nature. Tout autre argument non naturel, « surnaturel », « métaphysique », ne relève pas de la science (on se souviendra qu'au 18^{ème} siècle des disciplines actuelles comme la biologie, la géologie, la physique, la chimie, la technologie étaient regroupées dans ce qu'on appelait les « sciences naturelles ») : le périmètre des sciences est donc laïc par nature.

Guillaume Lecointre, faire des sciences repose sur quatre piliers :



Scepticisme initial : Faire des sciences c'est accepter d'être « bousculé » dans ses préjugés. L'approche est donc sans « a priori ». On parle de scepticisme initial sur les faits et leurs interprétations. Une vigilance par rapport aux influences mercantiles, idéologiques ou religieuses s'impose : une expérience peut conduire à un résultat inattendu, dans ce cas cette surprise doit, elle aussi, être mise à l'épreuve.

Matérialisme : La science n'appréhende que la matière et les propriétés de la matière, c'est-à-dire ce qu'il est possible d'expérimenter. Elle prend donc appui sur un matérialisme méthodologique. En d'autres termes, la science ne travaille pas avec des catégories par définition immatérielles ou surnaturelles (esprits, élans vitaux, etc.) ; cela participe de sa définition : tout ce qui est accessible dans le monde réel est matériel ou d'origine matérielle et peut être expliqué par une cause matérielle.

Réalisme : nous nous donnons la possibilité de questionner le monde réel en admettant que celui-ci est questionnable et se manifeste de la même manière à tous les observateurs. Si l'on fait une expérience, c'est avec l'espoir que cette expérience puisse être refaite en un autre lieu par un autre expérimentateur et donne les mêmes résultats. En ce sens, la science vise une portée universelle. Mais le monde réel ne dépend pas de nos seules perceptions et idées. Nos sens sont restreints et n'accèdent pas à la totalité du réel. Même aidés par la technologie, notre exploration du réel sera par conséquent toujours partielle donc pouvant être remise en cause.

Rationalisme : Le raisonnement scientifique respecte la logique (aucune démonstration scientifique ne souffre de fautes de logique ; la sanction immédiate étant sa réfutation) et la parcimonie (plus les faits sont cohérents entre eux et moins la théorie qu'ils soutiennent a besoin d'hypothèses surnuméraires non documentées).

Connaissant le registre ou périmètre des sciences nous pouvons alors interroger le savoir qui est scientifiquement construit. Il en ressort que les résultats de la science forment une contrainte passive et ne peuvent être considérés comme des opinions.

En revanche ce que l'on fait de ces résultats peut sortir du périmètre strict des sciences. Une fois que des résultats sont établis, chacun s'en accommode à sa façon par la suite. De la même manière, le cœur de la science en tant que méthode est Amoral, mais un contrôle social doit s'exercer pour éviter l'Immoral (domaine de l'éthique). Cette remarque renvoie à la nécessité, en classe, de ne pas culpabiliser mais plutôt responsabiliser.

Une méthodologie pédagogique et didactique

Résumé :

Faire des sciences n'est pas raconter une histoire des sciences, transmettre des savoirs dogmatiques (même scientifiquement construits). Il s'agira de traiter une problématique dans une démarche de recherche de preuves matérielles : questionner le monde avec une intention d'argumenter une (des) réponse(s) à partir de données exploitables, dont l'interprétation sera sujette à discussions.



Obtenir des données factuelles est une activité importante des scientifiques mais les données seules ne permettent pas de réponse aux questions posées : pour que les interprétations soient les plus justes possibles, il convient alors d'anticiper la façon dont on obtient les données, de hiérarchiser et circonscrire le type de données en lien avec le problème, de traiter certaines données. Tout cela relève de choix qui sont fait par le scientifique : c'est ce qu'on peut appeler une démarche.

Plusieurs démarches scientifiques sont possibles. S'il fut un temps où la démarche dite « OPHERIC » a été préconisée dans l'enseignement des sciences expérimentales à l'école, force est de reconnaître qu'elle est artificielle et ne correspond pas à la réalité de la recherche en sciences.

On lui préfère en général aujourd'hui la démarche d'investigation.

Faire des sciences n'est donc pas raconter une histoire des sciences, transmettre des savoirs dogmatiques (même scientifiquement construits).

Il s'agira de traiter une problématique dans une démarche de recherche de preuves matérielles : questionner le monde avec une intention d'argumenter une (des) réponse(s) à partir de données exploitables, dont l'interprétation sera sujette à discussions.

Ce matérialisme méthodologique permet la mise à l'épreuve et le partage entre pairs : des données observées, mesurées, peuvent être de nouveau obtenues, reproduites.

Si les faits s'imposent, les interprétations sont plus discutables : il s'agit là de faire « parler les faits ». Elles peuvent être débattues, contestées entre scientifiques.

Par exemple le soleil se lève à l'Est et se couche à l'Ouest : c'est une donnée observable incontestable. Dire que le soleil tourne donc autour de la Terre est une interprétation...

En sciences, il faut être vigilant entre les données factuelles et les interprétations qui en sont faites. Ainsi des explications du monde, des théories ont évolué au cours de l'histoire parce que de nouveaux faits sont venus confirmer, étayer ou infirmer telle ou telle théorie.

On voit bien qu'obtenir des données factuelles sera donc une activité importante des scientifiques mais que les données seules ne permettent pas de réponse aux questions posées : pour que les interprétations soient les plus justes possibles, il convient alors

- d'analyser la façon dont on obtient les données,
- de hiérarchiser et circonscrire le type de données en lien avec le problème
- de traiter les données probantes

Tout cela relève de choix qui sont faits par le scientifique : choix des données, choix de l'ordre dans lequel on obtient ces données, choix des données significatives, etc.

C'est ce qu'on peut appeler une démarche.

Plusieurs démarches scientifiques sont possibles. S'il fut un temps où la démarche dite « OPHERIC » a été préconisée dans l'enseignement des sciences expérimentales à l'école, force est de reconnaître qu'elle est artificielle et ne correspond pas à la réalité de la recherche en sciences.

On lui préfère en général aujourd'hui la démarche d'investigation.

Soulignons que la pratique de la démarche scientifique dans un cadre scolaire contribue évidemment à sensibiliser l'élève à la manière dont la science « fonctionne » mais le contexte scolaire de l'apprentissage (l'expérience de cours, le dispositif expérimental spécifiquement dédié à la vérification d'une loi...) induit parfois des biais qui interfèrent avec un message initial d'universalité et peut conduire parfois à un dogmatisme implicite. C'est pourquoi un enseignement explicite de la démarche scientifique est indispensable. Cette explicitation permet de construire des repères pour penser et pour raisonner, qui peuvent ensuite être transférés dans d'autres contextes.

Pour les disciplines scientifiques dites « expérimentales », l'expérience, au cœur de certaines démarches, vise souvent à faire émerger des lois empiriques et à confronter des modèles théoriques à la réalité des observations. L'expérimentation a, dans le cadre scolaire, pour objectif de permettre à l'élève de confronter ses représentations initiales à la réalité du monde telle qu'elle se manifeste au travers de l'expérimentation.

L'expérience n'est donc pas une simple illustration des sciences, elle est au cœur même de certaines démarches scientifiques et la même rigueur, dans sa mise en œuvre et son analyse, est attendue que lors d'une démonstration théorique. C'est un point essentiel pour que les sciences ne soient pas perçues comme dogmatiques, arbitraires, subjectives ou révélées. Il n'y a pas d'expériences qui « marchent » ou qui « ne marchent pas ». L'expérience répond toujours aux conditions fixées par l'expérimentateur. L'analyse d'une expérience ou d'une observation doit être travaillée avec les élèves. L'approche expérimentale forme les élèves à la rigueur, celle-ci permet de mettre en œuvre des processus de vérification ou de remise en cause d'une assertion.

Du côté enseignement cela se traduit par :

- Donner la possibilité aux élèves...
 - de questionner,
 - de douter,
 - de chercher à vérifier,
 - de mettre en cause des affirmations,
 - d'être placés en situation de construction collective du savoir.

Cela renvoie au scepticisme initial et permet de former des esprits critiques.

- S'en tenir aux faits,
- Chercher à expliquer les faits,
- Concevoir des expériences basées sur le réel pour essayer de vérifier ses hypothèses explicatives,
- Confronter les résultats aux faits observables,
- Accepter que son idée ne soit pas vérifiée par les faits.

Cela renvoie au matérialisme, au réalisme, et à la rationalité.

La formation d'un citoyen libre et éclairé peut être garantie par plusieurs caractéristiques essentielles de l'enseignement des sciences :

- une explicitation de la manière dont la science « fonctionne » et un apprentissage du champ couvert par celle-ci permettant *in fine* à l'élève d'identifier une question de science, c'est-à-dire une question à laquelle la science peut répondre ;
- une pratique réflexive de la démarche scientifique excluant tout dogmatisme et permettant de renforcer l'idée que « l'école est le lieu de construction de la connaissance et pas celui de la transmission de la croyance » ;
- une approche de la notion de controverse scientifique au travers de l'étude de l'histoire des sciences ;
- des situations pédagogiques amenant les élèves à débattre en sciences, à échanger des idées, à écouter et à respecter les idées des autres.

Des repères pédagogiques

Résumé :

Au quotidien de la classe, l'appropriation de la laïcité et le développement de l'esprit critique qui la caractérise interroge donc les liens entre enseignement et apprentissages. La focalisation sur les « notions à enseigner » renvoie à l'acceptation d'un récit du monde quand le questionnement et les apprentissages renvoient conjointement à la construction de ce récit.

Les dilemmes professionnels auxquels nous sommes confrontés entre prescriptions (« faire le programme ») et mise en œuvre des démarches scientifiques tendent à être tranchés davantage du côté de la technicité de ces prescriptions que du côté de l'éthique de ces démarches (l'exemple de la démarche OPHERIC en est une illustration).

Face à ces obstacles la question est de les dépasser afin de conserver au cœur de nos pratiques un « agir éthique » ouvert à l'esprit critique. Nous entendons par privilégier un « agir éthique », mettre en œuvre une pratique éducative ayant en son cœur la transmission de valeurs propres à notre société républicaine tout en assurant une transmission de savoirs disciplinaires jusqu'à dans leur technicité.

S'engager dans une compréhension du monde partagée par tous, questionner, problématiser, douter, prouver, voilà comment « l'agir éthique » peut prendre le pas sur un seul « agir technique », voire une approche encyclopédique, ignorant l'importance d'une formation au quotidien de l'esprit critique.

Ce n'est pas seulement à l'occasion de sujets de type questions-vives ou en lien avec des contenus contestés que l'on construit l'esprit critique des élèves.

D'une manière générale l'esprit critique se construit en faisant vivre des situations permettant de l'exercer au quotidien et **ce, en mettant l'élève dans une démarche d'investigation collective.**



Enseignement, apprentissages et laïcité

Nous pouvons définir la pratique de classe par deux temps imbriqués, celui de l'enseignement et celui de l'apprentissage. Nous pouvons préciser l'enseignement par son objectif : comprendre le monde, la réalité dans sa complexité, les enjeux de sa modernité et de sa durabilité. Pour les apprentissages, nous pouvons retenir qu'ils concernent les moyens qu'exige la construction de cette compréhension du monde afin de permettre aux élèves de s'approprier les savoirs qu'elle nécessite. L'enjeu est ici de s'en saisir pour identifier les conditions indispensables pour faire vivre la laïcité au quotidien des pratiques.

L'enseignement : comprendre le monde

A grands traits deux paradigmes didactiques peuvent être convoqués pour l'enseignement de cette compréhension :

- l'un privilégiant « le récit scientifique », récit entendu comme des savoirs construits par les scientifiques. On associera à cette approche le fait d'insister sur les résultats de la science en termes de savoirs « déjà construits ». Il est intéressant de constater que cela correspond à ce qui est écrit dans les parties « notionnelles » des programmes,
- l'autre privilégiant « le questionnement du monde »⁵ pour construire ce récit. On associera à cette approche le fait d'insister sur le questionnement des savoirs tout autant que sur leur construction. Cela ne se limite pas à une problématisation de début de séquence mais bien à l'ensemble du questionnement tout au long d'une démarche (avec ses doutes, remises en questions, tâtonnements, confrontations diverses...) avant d'arriver à un savoir scientifiquement construit. Nous dirons que cela renvoie à la « science qui se vit », ce qui explique qu'il n'est pas possible de l'écrire de manière formelle dans un programme.

Pour se démarquer des opinions et des croyances, ce second paradigme didactique doit être privilégié parce qu'il convoque la raison en se fondant sur le doute et la preuve, plutôt qu'il convoque la confiance en se fondant sur une forme d'acceptation d'un discours académique.

Nous pouvons faire une analogie avec le travail du romancier : il y a d'un côté le roman lui-même, ou l'histoire écrite, et de l'autre côté la « fabrique », ou l'écriture du roman. Une approche serait de comprendre l'histoire : on s'intéressera alors au contenu, au récit pour lui-même. Une autre approche serait de s'interroger sur la « fabrique » : comment a-t-elle été construite ? Quelles questions s'est posé l'auteur ? Quelles recherches a-t-il effectué pour apporter du détail ? Quelles impasses narratives ? Quelles corrections ? Quelles parties abandonnées ?

Pour les savoirs scientifiques il s'agira donc davantage de s'intéresser aux ateliers qu'aux salles d'exposition d'un musée.

- ➔ Pour faire vivre au quotidien la laïcité l'enseignement devrait s'appuyer sur un « questionnement du monde » et non dans une visite ou découverte encyclopédique de ses œuvres que nous pourrions comparer aux notions des programmes.

L'apprentissage : s'approprier des compétences

Là encore à grands traits, l'apprentissage peut se référer à deux paradigmes :

- l'un renvoyant caricaturalement aux seules compréhensions et mémorisations des savoirs (et à ce que leur découverte encyclopédique ont permis d'identifier espérant que l'apprentissage personnel qui s'en suivra fasse œuvre d'appropriation),
- l'autre renvoyant à la capacité à les mobiliser pour, en situation, se les approprier⁶. Il est intéressant de constater que cela correspond à ce qui est écrit dans les parties « compétences » des programmes

Là encore, afin de s'affranchir de tout discours relevant d'une opinion ou d'une croyance et de s'inscrire au cœur de la laïcité en acte le second paradigme doit être retenu. C'est celui de l'appropriation de savoirs relevant de compétences.

⁵ Cf Yves Chevallard, Didacticien des mathématiques

⁶ Cf Socle commun de connaissance et de culture

Dans le cadre de la dynamique enseigner-apprendre, la compréhension du monde fondée sur le questionnement impose d'accomplir des tâches (des activités) pour conforter le savoir et le partager. L'apprentissage consiste alors à s'approprier ces compétences en développant une réflexion raisonnée sur leur réalisation et finalement leur réussite. Cela aboutit à construire des stratégies, des démarches universelles : construites explicitement et non imposées elles s'écartent du statut d'opinion ou de croyance.

- ➔ Pour faire vivre au quotidien la laïcité, les apprentissages que nous conduisons doivent rendre explicites les tâches qui s'imposent pour accéder aux compétences.

Conclusion

Au quotidien de la classe, l'appropriation de la laïcité et le développement de l'esprit critique qui la caractérise interroge donc les liens entre enseignement et apprentissages. La focalisation sur les « notions à enseigner » renvoie finalement à l'acceptation d'un récit du monde quand le questionnement et les apprentissages renvoient conjointement à la construction de ce récit.

La technique ne peut se réaliser au détriment du sens et des valeurs

Les dilemmes professionnels auxquels nous sommes confrontés entre prescriptions, à la fois compréhensibles, de « faire le programme » ou de « tenir compte du référentiel » de compétences, par exemple, et mise en œuvre des démarches scientifiques tendent à être tranchés davantage du côté de la technicité de ces prescriptions que du côté de l'éthique de ces démarches.

Un exemple connu de dérive techniciste de l'enseignement : OPHERIC

Le sigle OPHERIC (pour **O**bservation, **P**roblématique **H**ypothèse, **E**xpérience, **R**ésultats, **I**nterprétation, **C**onclusion) renvoie à une succession d'étapes d'un modèle idéalisé de la démarche scientifique.

Cette succession d'étapes, décrite en 1975 dans un ouvrage coordonné par Victor Host et Jean-Louis Martinand. A pour origine le livre de Claude Bernard, 1865, intitulé *Principes de médecine expérimentale*. Toutefois Claude Bernard ne décrit pas démarche réelle qu'il a suivi (avec son lot de fausses pistes, de tâtonnements, d'hypothèses non vérifiées, d'erreurs...) mais une reconstruction a posteriori de ses recherches permettant d'écrire une communication organisée.

Et pourtant, ce qui aurait dû correspondre à un canevas de communication (ou de publication) est devenu pendant un temps une technique d'enseignement de la démarche scientifique en classe de SVT.

Dès 1978 un ouvrage collectif proposait un chapitre « OHERIC ne répond plus ? Le naufrage de l'éducation scientifique ? » abordant le risque d'une vision formalisante des sciences dans les pratiques de classe. Si le propos était de « dénoncer » cette succession d'étapes immuables, la formule OPHERIC s'est malgré tout imposée comme un modèle à suivre.

Enseignée pour elle-même cette démarche répétée à l'envie a eu pour conséquence de faire croire que les élèves connaissaient la démarche scientifique. A la question de l'enseignant « maintenant que nous avons émis une hypothèse que fait-on ? » des classes entières levaient la main et d'une seule voix répondaient « une expérience ! ».

Quelle expérience ? Pourquoi faudrait-il systématiquement qu'une expérience valide (ou non) une hypothèse ?

Si la grande majorité des élèves étaient capable de réciter qu'après une hypothèse on expérimente il n'y en avait qu'un très petit nombre capable d'en proposer les contours. Finalement les élèves, au travers OPHERIC, n'avaient pas compris ce qu'est une démarche scientifique mais avaient appris une comptine.

De la même façon nous pourrions interroger des démarches pédagogiques du type « *je vois que... or je sais que... donc je peux dire que...* ». En quoi cela est une démarche scientifique ?

Nous voyons bien ici que le développement de l'esprit critique n'est pas chose simple mais qu'il ne peut reposer sur des approches technicistes (mais rassurantes d'une certaine manière) qui renvoient davantage à des reconstructions idéalisées qu'à une confrontation au réel.

Face à ces obstacles qui ne se limitent pas aux exemples donnés ici, la question est de les dépasser en mettant en œuvre une pratique éducative ayant en son cœur la transmission de valeurs propres à notre société républicaine tout en assurant une transmission de savoirs disciplinaires. Au regard du contexte actuel, cette réflexion est primordiale non seulement dans le cadre d'un enseignement spécifique, tel l'EMC, mais bien dans l'ensemble des enseignements, dont ceux de sciences de la vie et de la Terre. Trois conditions semblent incontournables pour que d'un point de vue didactique et pédagogique cette éthique de l'esprit critique soit à chaque fois au cœur des pratiques.

Première condition :

Il s'agit d'abord de ne jamais oublier la finalité de l'Ecole et par la même de tous les enseignements. Elle est d'abord et avant tout de comprendre le monde de façon raisonnée en le questionnant selon une démarche partagée : celle du doute et de la preuve. Cette posture est fondamentalement culturelle, à la source de la construction de la modernité de notre humanité rendant possible le vivre ensemble de tous ses membres. C'est ainsi, en appui sur le développement de l'esprit critique nous ayant permis de s'affranchir d'explications surnaturelles ou religieuses, que nous formerons au cœur de tous les enseignements des élèves-citoyens.

Deuxième condition :

Questionner le monde et le comprendre ne peut s'envisager dans sa simplicité, ceci est un leurre pédagogique. Le monde est complexe. Les élèves sont confrontés à sa complexité. Quels que soient les objets travaillés et les situations c'est cette complexité qui doit être interrogée. Aujourd'hui, les enjeux environnementaux, sociétaux et politiques de la marche du monde relèvent de cette complexité. A l'égard de ces enjeux et de ces situations, envisager des possibles explicatifs n'est rien d'autres que de mettre en jeu le doute au cœur même de l'épistémologie scientifique. Il doit l'être afin d'exercer l'esprit critique. Ainsi, aborder la théorie de la tectonique des plaques en interrogeant sa pertinence est une nécessité pour fonder cet esprit critique. Interroger ce qu'est une plaque lithosphérique sans exprimer un doute sur son existence permettra certes de la définir mais en aucun cas de cultiver un esprit critique.

Troisième condition :

Douter ne peut suffire à construire des savoirs, à les stabiliser, à les partager. La recherche de preuves, de conséquences vérifiables qu'il s'agira d'éprouver de façon reproductible, - pour ce qui concerne les sciences en administrant une preuve par l'observation, l'expérimentation, la modélisation, la

statistique – s'impose. Elle s'impose en engageant les élèves dans une réflexion raisonnée collectivement sur la nature des preuves possibles face à une proposition emplie de doute. Là encore, éclairer le concept de « plaques lithosphériques » gagne à rechercher des arguments de sa pertinence, à travers par exemple la recherche de preuves de la réalité de leurs bordures en périphérie comme en épaisseur par exemple et non à définir ce qui les caractérisent. Dans le premier cas il y a construction de savoirs scientifiques, dans le second seule prime une simple accumulation de connaissances bien trop proches de croyances. Seul dans le premier cas l'esprit critique au cœur même de l'activité scientifique est mobilisé.

S'engager dans une compréhension du monde partagée par tous, questionner, problématiser, douter, prouver, voilà comment dépasser les approches technicistes voire encyclopédiques, ignorant l'importance d'une formation au quotidien de l'esprit critique.

Nous ne pouvons que nous réjouir des évolutions de notre discipline dans cette direction lorsqu'elle invite à questionner les enjeux pour établir des savoirs, quand elle évalue les stratégies permettant de lever des doutes dans le cadre des ECE par exemple, quand elle s'engage avec force dans l'enseignement scientifique et tout récemment quand elle propose que les sujets permettant d'évaluer les acquisitions de l'enseignement de spécialité exigent une argumentation.

Pas que des exemples s'appuyant sur des questions vives

Si les contestations anti laïque se posent le plus régulièrement sur des notions relativement bien identifiées (évolution, Big-Bang...) on peut se poser la question : est-ce à l'occasion de ces sujets uniquement que l'on construit l'esprit critique des élèves ? La réponse est évidemment « non »...

D'ailleurs, nous l'avons déjà dit, il est difficile de convaincre en empilant de manière plus ou moins dogmatique de nouvelles connaissances. En revanche construire un schéma de pensée chez les élèves à partir de sujets qui ne sont pas des questions vives permettra par la suite de faire remarquer qu'en utilisant des démarches similaires il est étrange d'être un jour en accord avec un résultat mais en désaccord un autre jour sur un sujet différent. La déstabilisation cognitive vient de la méthode et non du contenu.

Il ne faut donc pas sous-estimer la démarche, y compris sur des sujets qui apparaissent comme non polémiques.

Un exemple :

« Fumer tue »... Un message éducatif qui ne distingue pas les registres, qui ne devrait pas poser de problème particulier ...Des parents fumeurs qui ne protestent pas contre un message éducatif de ce type, des professeurs qui délivrent leur message même s'ils fument, des groupes de lobbying discrets à l'égard du message scolaire.

Néanmoins ce savoir est-il construit de façon critique ?

Il y a pourtant plusieurs registres dans ce message :

- Le registre scientifique « Fumer est dangereux pour la santé (la sienne, celle des autres) »
- Le registre éthique « Il convient de ne pas fumer (pour soi, pour les autres) »
- Le registre juridique « Il est interdit de fumer » (dans certains endroits)
- Le registre économique (coût social, secteur économique)

Le registre scientifique est moins simple qu'il n'y paraît :

- Ce n'est pas un slogan
- Il a une signification statistique
- Il nécessite une argumentation rigoureuse
- Il repose sur une accumulation d'arguments
- Il s'appuie sur l'analyse de faits d'observation ou expérimentaux

Il renvoie donc à une réelle question de didactique scientifique.

Par ailleurs le message scientifique ne conduit pas directement à une prise de décision : Montrer un risque doit-il toujours conduire à l'éviter ? La dépendance est-elle un argument efficace ? Comment passe-t-on de la connaissance scientifique à la décision individuelle ?

Le message scientifique n'est pas non plus constamment nécessaire pour imposer un règlement : le législateur a certainement pris en compte des arguments scientifiques sur l'appréciation du risque, des considérations éthiques sur le risque que court et fait courir le fumeur, des considérations économiques sur le coût du tabagisme et l'importance du secteur économique.

Le confort trompeur d'un sujet non polémique peut amener à « alléger » la construction du savoir scientifique « Fumer tue ». L'erreur serait de penser parce qu'un savoir est admis il n'y a pas besoin de le traiter scientifiquement. C'est justement parce qu'il est admis qu'il est intéressant de déstabiliser les élèves sur ce sujet et, avec eux, de construire explicitement la démarche qui a justement permis d'arriver à cet état de validité dans l'opinion publique.

Si une démarche similaire est par la suite utilisée sur un sujet polémique, on offre aux élèves un repère de raisonnement déjà utilisé et qu'ils ont accepté.

D'une manière générale l'esprit critique se construit en faisant vivre des situations permettant de l'exercer au quotidien et ce, **en mettant l'élève dans une démarche d'investigation collective.**

Ce cerveau qui nous trompe

Résumé :

Pour comprendre la difficulté à passer de l'opinion à un savoir il faut prendre en compte plusieurs facteurs.

Nos sens ne sont pas parfaits. Ce que perçoit notre cerveau n'est pas (totalement) le réel.

Quand notre cerveau doit traiter une nouvelle situation, il la compare à un stock d'informations déjà présentes ce qui permet de gagner en rapidité de décision. Lors d'une tâche c'est ce système automatique qui est sollicité en premier : c'est un système dominant qui gouverne nos opinions. Ce système ne se préoccupe pas de savoir si la réponse est rationnelle ou non : il n'y a pas de débat, il n'y a pas d'esprit critique.

Pour une remise en question il faut que le système d'inhibition s'active. L'inhibition cérébrale est donc la capacité à contrôler ou bloquer nos intuitions, nos habitudes ou nos stratégies spontanées. Alors le cerveau traite la tâche de manière « logique » et « critique ». La réponse est plus lente mais construite : il y a apprentissage. Le système d'inhibition cérébrale c'est l'esprit critique du cerveau. Cela s'apprend en prenant l'habitude de remettre en question les « réponses toutes faites ». Pour cela plusieurs pratiques pédagogiques s'avèrent efficace.

Le fait social amplifie l'ancrage des opinions. L'essor des « réseaux sociaux » et de leurs algorithmes de recommandation associés a considérablement amplifié des phénomènes de communautés d'idée(s). Se retrouver dans un groupe où l'on constate que tout le monde est d'accord renforce ses propres opinions jusqu'à des formes de radicalisation de pensée, même si au départ nos opinions étaient peu affirmées.



Distinguer le fait de l'opinion, passer de l'opinion à un savoir construit, ne sont pas choses simples : cela demande un « effort » particulier de notre cerveau. On pourrait ainsi opposer le confort de l'opinion à l'effort de la remise en question.

A l'instar de la loi de Murphy il existe l'aphorisme amusant énoncé par la loi de Brandolini, le « principe d'asymétrie des idioties » : la quantité d'énergie nécessaire pour réfuter des idioties est supérieure d'un ordre de grandeur à celle nécessaire pour les produire.

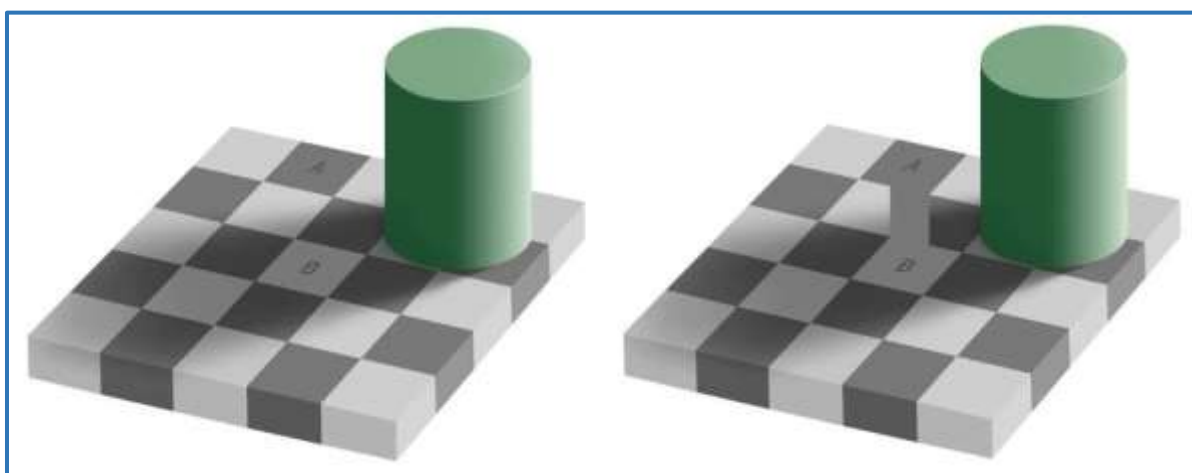
Pour comprendre la difficulté à passer de l'opinion à un savoir il faut prendre en compte plusieurs facteurs :

- Nos sens ne sont pas parfaits
- Notre cerveau procède à un tri des informations qu'il compare à une banque de données
- Le fait social amplifie l'ancrage des opinions

De l'imperfection des sens

Dès le départ ce que perçoit notre cerveau n'est pas (totalement) le réel. Il n'est pas besoin de s'étendre longtemps sur ce fait bien maîtrisé des enseignants de SVT qui, de surcroît, ont eu à l'enseigner dans certains programmes.

Mais cela permet juste de relativiser l'idée qu'une observation est un fait.



Ci-dessus un exemple d'illusion d'optique bien connu : difficile avec l'échiquier de gauche d'admettre que les cases A et B sont bien de la même tonalité de gris...

On pourrait donc facilement démontrer avec cet exemple qu'il ne faut pas croire tout ce que l'on voit (au sens premier du terme !). L'imperfection de nos sens ainsi montrée il est nécessaire de douter avant d'affirmer.

Notre cerveau trie les informations

Il est nécessaire, si ce n'est vital, pour le cerveau de prendre des décisions rapidement, avec une vitesse de l'ordre du quart de seconde. Pour autant les informations qu'il reçoit sont multiples et en flux continu. Tout ne peut être pris en compte et analysé en détail : un système de tri, ou de hiérarchisation

est mis en place. En creux cela veut dire que naturellement, le cerveau ne prend jamais en compte l'entièreté des informations qu'il reçoit.

Première étape : la mémoire à court terme ou mémoire de travail

La mémoire de travail est la mémoire du présent. Elle permet de manipuler et de retenir des informations pendant la réalisation d'une tâche ou d'une activité.

Cette mémoire est sollicitée en permanence : c'est elle qui permet par exemple de retenir le début d'une phrase le temps de la terminer. Elle fonctionne comme une mémoire tampon : les informations qu'elles véhiculent peuvent être rapidement effacées, ou stockées dans la mémoire à long terme par le biais d'interactions spécifiques entre le système de mémoire de travail et la mémoire à long terme.

Impliquant principalement le lobe préfrontal du cortex cérébral, Les capacités de la mémoire de travail sont limitées

- En termes de quantité : Georges Miller (1956) démontra que, lorsqu'une liste d'items est présentée, on ne peut généralement restituer correctement que 7 (+ ou - 2) items ou plutôt 7 *chunks* (des groupements d'items traités et mémorisés comme une seule unité)
- En termes temporel : de quelques secondes à quelques minutes selon qu'il s'agisse d'une mémoire impliquant du verbal ou du visuel.

En conclusion ici, le cerveau trie d'emblée des informations : certaines seront conservées (et donc possiblement remobilisables) quand d'autres seront purement et simplement effacées.

Nous pourrions enfin associer ce « tri » au filtrage « préalable » des informations arrivant au cerveau : par exemple il est possible de lire un livre sur la plage tout en inhibant presque totalement les bruits environnants. Il y a des informations qui sont tout simplement ignorées (dans le sens qu'elles n'atteignent pas un niveau de conscience). Les recherches⁷ récentes en neurologie décrivent les mécanismes neuronaux associés.

Deuxième étape : le cerveau compare les nouvelles informations ou situations à celles déjà stockées

Si nous simplifions le modèle du traitement des informations on distingue un fonctionnement du cerveau selon trois systèmes :

- un système des automatismes, ou système heuristique, qui met en œuvre des stratégies toutes faites, très rapides et souvent très efficaces,

⁷ <https://www.nature.com/articles/ncomms12815> : article Nature

- un système des algorithmes exacts, ou système logique, qui assure une pensée réfléchie et plus lente,
- un système d'inhibition qui *a une fonction d'arbitrage en interrompant le système des automatismes pour activer le système logique.*

Quand notre cerveau doit traiter une nouvelle situation, il la compare à un stock d'informations déjà présentes. L'idée est d'y trouver une réponse toute faite, ce qui permet de gagner en rapidité de décision. Si la réponse semble « convenable » ou « adaptée », la situation qui était nouvelle vient renforcer le stock préexistant de réponses prêtes à l'emploi.

Lors d'une tâche c'est ce système automatique qui est sollicité en premier : c'est un système dominant qui gouverne nos opinions, nos envies, la majorité des émotions. Ce système ne se préoccupe pas de savoir si la réponse est rationnelle ou non : elle peut l'être mais là n'est pas l'enjeu. En d'autres termes, avec le seul système des automatismes il n'y a pas de débat, il n'y a pas d'esprit critique.

Quand un élève a une erreur ancrée, une représentation initiale, une opinion déjà faite, le système des automatismes y renvoie directement toute nouvelle information qui sera traitée rapidement. Nous pouvons aussi corréler cela au fait que l'activation du système des automatismes ne génère pas de réel nouvel apprentissage.

Pour une remise en question il faut que le système d'inhibition s'active. L'inhibition cérébrale est donc la capacité à contrôler ou bloquer nos intuitions, nos habitudes ou nos stratégies spontanées. L'imagerie médicale a permis de montrer la réelle bascule cérébrale de l'inhibition avec des nouvelles zones qui prennent le relais de celles associées au système des automatismes (avec activation de nouvelles zones du cortex préfrontal). Alors le cerveau ne rend pas une réponse automatique et rapide mais traite la tâche de manière « logique » et « critique ». La réponse est plus lente mais construite : il y a apprentissage.

En conséquence il est facile pour le cerveau de renforcer une opinion d'autant plus que le système des automatismes est son allié par une comparaison rapide à des connaissances « évidentes ».

« Je sais que plus on s'enfonce sous terre plus il fait chaud. Je sais que les volcans ont des chambres magmatiques. Je sais que lors des éruptions c'est de la roche fondue appelée lave qui sort du volcan. Si on me demande de quoi est constitué le centre de la Terre, mon cerveau sera automatiquement satisfait de répondre que c'est du magma ». Dans cet exemple, il n'y a absolument aucune raison que le cerveau ne remette en question cette dernière affirmation qui est limpide.

Il est plus difficile pour le cerveau de remettre en cause une opinion : cela demande un effort de comparer une nouvelle information à des connaissances moins « évidentes ». En reprenant l'exemple précédent, le système d'inhibition devrait amener le cerveau à traiter la question de la constitution de l'intérieur de la Terre en intégrant des données sur la pression, ce qui n'allait pas de soi.

Le système d'inhibition cérébrale c'est l'esprit critique du cerveau. Cela s'apprend en prenant l'habitude de remettre en question les « réponses toutes faites ». Pour cela plusieurs pratiques pédagogiques s'avèrent efficaces :

- Le débat, les échanges au sein d'un groupe : pour mettre en avant la diversité des opinions

- La déstabilisation des représentations initiales : non pas en donnant dogmatiquement la « bonne » réponse mais en proposant des faits qui viennent en contradiction
- La métacognition : par un travail sur l'erreur qui pointe davantage les contextes à l'origine des erreurs plutôt que les erreurs elles-mêmes (une correction aussi bonne soit-elle ne fera jamais disparaître le système des automatismes... Ce n'est pas en montrant une faute d'orthographe récurrente qu'on élimine le réseau de neurones qui a conduit à commettre cette faute).

Aspect social : du renforcement des opinions au complotisme

Nous avons vu que sans inhibition cérébrale le cerveau, naturellement, aura cette tendance à nous enfermer dans nos automatismes et donc nos opinions.

L'opinion publique, dans sa diversité, pourrait être un facteur de dés-enfermement parce que sur la place publique, la confrontation des avis sera justement l'occasion de remises en questions, de déstabilisation (immédiate ou à plus long terme) de croyances ou autres préjugés.

Pour autant cette vision idéalisée de ce qui fait société ne doit pas cacher les aspects communautaristes (au sens premier du terme : communauté de pensée) qui existent. A l'inverse de proposer de la diversité, un communautarisme rassemble celles et ceux qui partagent déjà les mêmes opinions. Ces communautés de pensées sont de tout ordre (religieux, politiques, etc.) et de toute forme (regroupements locaux, internationaux, en physique ou en ligne). Quelles qu'elles soient ces communautés participent au renforcement des opinions puisque chaque membre de la communauté apporte à l'autre de nouvelles données qui viennent renforcer des idées déjà bien établies et admises : on ne fait que renforcer le fonctionnement du système automatique cérébral. Autrement dit on ne renforce pas vraiment l'esprit critique : il existe ce que l'on pourrait nommer une zone de confort intellectuel consistant à privilégier les informations favorables au renforcement de ces idées plutôt que les informations déstabilisantes.

L'essor des « réseaux sociaux » et de leurs algorithmes de recommandation associés (sensés regrouper des personnes) a considérablement amplifié ces phénomènes de communautés d'idée(s). Se retrouver dans un groupe où l'on constate que tout le monde est d'accord renforce ses propres opinions jusqu'à des formes de radicalisation de pensée, même si au départ nos opinions étaient peu affirmées.

Sur les réseaux sociaux les choix de communauté de pensée peuvent se faire volontairement (je décide de rejoindre tel ou tel « groupe ») ou involontairement à cause des systèmes de recommandation, dont le rôle initial est de cibler les utilisateurs pour leur envoyer des publicités personnalisées.

En exemple sur Youtube en tapant « Trump ». La plateforme me propose alors des recommandations de vidéo. En deux clics (deux recommandations plus loin) on nous propose de visualiser le film « documentaire » complotiste « Hold Up ». En allant sur cette page nous avons accès aux commentaires (plus de 4000) des internautes sur cette vidéo. En défilant pendant 5 minutes nous n'avons pas repéré un seul commentaire remettant en question les contenus irrationnels de ce documentaire :

Il ne s'agit pas de noircir le tableau mais il faut intégrer le fait que les élèves utilisent les réseaux sociaux (de plus en plus jeunes) et donc qu'ils sont susceptibles d'appartenir à des communautés de pensées qui ont renforcé leurs opinions. Nous voyons toute l'importance de l'éducation aux médias et à l'information...

Quand les communautés de pensée servent un intérêt particulier elles peuvent devenir idéologies. Le complotisme naît de l'idéologie :

- Les opinions s'organisent
- Les membres font du prosélytisme de leur idéologie
- Ils cherchent à recruter

Il n'y a pas forcément de lien avec le niveau d'étude⁸. D'ailleurs plus on est éduqué, plus on peut se penser légitime pour prendre position y compris à l'encontre d'affirmations dites officielles.

Des exemples d'idéologies touchant l'enseignement des sciences et des SVT :

En lien avec le thème de l'évolution :

- Le dessein intelligent
- Les créationismes

En lien avec le thème de la santé :

- Les antivax
- Les anti-contraception
- Les anti-contragestion

En lien avec l'environnement :

- Les climato-septiques

Autres :

- Les chemtrail
- Les anti 5G
- Les platistes

⁸ En 2012, Lawrence Hamilton, sociologue à l'Université du New Hampshire, a réalisé des travaux marquants, confirmés par d'autres. Après leur avoir demandé pour qui ils votaient et leur degré de scolarité, [il a interrogé quelque 3000 Américains sur le degré de crédit qu'ils portaient au changement climatique](#). Et ce, au départ de photos satellites prises chaque année du couvert de glace arctique, montrant sa réduction progressive de 40 % entre 1979 et 2009. Le résultat est très interpellant : plus un démocrate est éduqué scolairement, plus il va s'inquiéter du réchauffement climatique. Plus un républicain est éduqué scolairement, moins il va s'en faire.

Références

LECOINTRE, G. (2018). **Savoirs, opinions, croyances, une réponse laïque et didactique aux contestations de la science en classe**. Paris : Belin éducation.

BAUDOIN C. et BROSSEAU O. (2013). **Enquête sur les créationnismes**, Ed. Belin, coll. Regard

LECOINTRE G. (2012). **Les sciences face aux créationnismes. Re-expliciter le contrat méthodologique des chercheurs**, Ed. Quae, coll."Sciences en Questions"

Vadémécum Laïcité

https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Valeurs_republicaines/06/8/202010-Vademecum-Laicite-WEB_1338068.pdf

Résumé : Le vadémécum « La laïcité à l'école » constitue un référentiel de situations pour les équipes académiques et les établissements. Elaboré conjointement par les directions du ministère de l'Education nationale, il présente des fiches pratiques qui abordent le respect de la laïcité par les élèves, les personnels, les parents d'élèves et les intervenants extérieurs et proposent une analyse juridique et des conseils éducatifs et pédagogiques.

Initiation à l'esprit critique - ou comment ne pas s'en laisser conter

[DP_EspritCritique.pdf \(uliege.be\)](#)

Résumé : La Cellule de diffusion des sciences et des techniques de l'Université de Liège, Réjouisciences publie des ressources pédagogiques.

Statistiques dans la science

<https://www.visionlearning.com/en/library/Process-of-Science/49/Statistics-in-Science/155/reading>

Statistiques descriptives et inférentielles

<http://math.univ-lyon1.fr/~lerouvillois/Enseignement/2017/Stats/cours%20Pierre%20Ribereau.pdf>

<https://hal.archives-ouvertes.fr/cel-01317598/file/COURS-STATISTIQUE-DESCRIPTIVE.pdf>