

Enseignement scientifique et éducation à la citoyenneté dans le système éducatif français : faut-il autoriser ou interdire le glyphosate ?

Francis Rouquet
Université de Nantes, France

Pour citer cet article :

Rouquet, F. (2025). Enseignement scientifique et éducation à la citoyenneté dans le système éducatif français : faut-il autoriser ou interdire le glyphosate ? *Didactique*, 6(1), 115-144. <https://doi.org/10.37571/2025.0105>

Résumé : Dans une perspective de socialisation démocratique, l'Éducation au Développement Durable, présente dans les programmes du système éducatif français (ministère de l'Éducation Nationale, 2019), relève parfois de Questions Socialement Vives. Cet article propose une analyse didactique d'une séquence qui met au travail le problème de « l'autorisation ou l'interdiction du glyphosate ». Notre recherche s'attache particulièrement à l'éducation à la citoyenneté dans une finalité politique pour des élèves de 17-18 ans, en enseignement scientifique. La démarche est innovante dans la mesure où elle mobilise une matrice problématique, un nouveau modèle destiné aux enseignant·es conçu comme un outil didactique possible pour s'attaquer aux problèmes pernicioeux (Chauvigné et Fabre, 2021). L'outil testé révèle des manifestations de l'esprit critique des élèves à la fois dans l'argumentation et l'épaisseur du problème.

Mots-clés : glyphosate, Éducation au Développement Durable, problème pernicioeux, débat.

Introduction

L'éducation est à la fois un droit pour le citoyen·ne, elle est également un bien et une responsabilité pour des sociétés démocratiques d'autant que certaines questions suscitent des débats vifs dans la société. Aussi, lorsque les « Éducatons à », comme l'Éducation au Développement Durable (EDD), s'inscrivent durablement dans les programmes scolaires, elles bousculent les savoirs académiques et leur disciplinarisation. Ainsi, certaines notions abordées, surtout lorsqu'elles sont attachées à des problèmes complexes comme ceux qui émanent de Questions Socialement Vives ([QSV] (Legardez & Simmoneaux, 2006), mettent au travail des connaissances et des valeurs relatives à l'éthique et la responsabilité individuelle. Ces prescriptions donnent lieu à de nombreux travaux de recherche en didactique dont le *Dictionnaire critique des enjeux et concepts des « Éducatons à »* (Barthes et al., 2017) manifeste l'importance et, plus récemment encore, la revue Carrefours de l'éducation (2021) qui a consacré un numéro spécial aux QSV en milieu scolaire. Nous comprenons alors pourquoi, face à la vivacité de nombreuses questions, Legardez (2017, p. 537) affirme qu'elles sont : « au cœur du problème de l'enseignement et de l'apprentissage dans un monde incertain influencé par le développement des technosciences et les crises environnementales et sanitaires. ». Par conséquent, nous pensons qu'aborder des QSV en classe pourrait permettre de transformer le raisonnement des élèves dans l'optique d'affiner leur argumentation pour un futur où ils devront relever les défis du monde contemporain de l'Anthropocène (Latour, 2015 ; Lange & Kebaïli, 2019 ; Hétier & Wallenhorst, 2023). L'éducation à l'école a, en ce sens, une forte contribution sociétale à jouer pour former les écocitoyens. C'est pourquoi, dans une perspective de formation à une citoyenneté politique, il conviendrait notamment de favoriser le débat d'idées (Fabre et al., 2014), voire la controverse : « C'est en citoyennant que l'on devient citoyen ! » (Audigier, 2017, p. 50).

Cet article vise principalement à évaluer l'efficacité d'une matrice problématique pour traiter de l'enseignement d'une QSV au lycée, plus particulièrement pour l'enseignement scientifique en classe de terminale (ministère de l'Éducation Nationale (MEN), 2019). La séquence s'inscrit plus largement dans le cadre des « Éducatons à » (Simmoneaux et Simmoneaux, 2014) qui « se focalisent sur des questions complexes porteuses d'incertitudes » (Legardez, 2017, p. 536). En appui sur les travaux de Lange et Kebaïli (2019), nous nous inscrivons dans un modèle libéral de l'éducation à finalité émancipatrice et critique dans le temps de l'Anthropocène. D'ailleurs, nous relevons que le *Vademecum pour éduquer au développement durable à l'horizon 2030* destiné aux éducateur·trices préconise « une diversité de modalités de mise en œuvre pour former les élèves à l'action et à l'engagement » (2021). Le curriculum formel cherche donc à pousser les apprenants à

une culture de l'engagement dans une perspective de responsabilité individuelle et collective (Lange, 2015 ; Curnier, 2017). Ainsi, si la démarche didactique que nous conduisons questionne la formation des élèves dans une perspective d'éducation à la citoyenneté à finalité politique, nous questionnons en amont la possible prise en charge d'une QSV par les enseignants. Comme les savoirs scolaires évoluent, il y a nécessité de renouveler l'enseignement traditionnel avec la prise en compte des QSV et du « traitement de problèmes mal structurés, flous et même pernicieux. » (Fabre, 2021, p. 89).

Certains chercheurs, comme Chauvigné et Fabre (2021), réfléchissent à des outils originaux destinés à aider les enseignants dans l'élaboration de séquences qui mettent en valeur les nouveaux savoirs du curriculum formel. Notre approche est donc innovante dans la mesure où elle cherche à tester un outil didactique inédit, une « matrice problématique », qui pourrait faciliter le travail d'enquête des enseignants, permettant notamment de faire le tour du problème tout en révélant la complexité de sa construction. Celle-ci est imaginée par Chauvigné et Fabre (ibid) comme outil d'éducation au politique pour des problèmes pernicieux puisqu'il s'agit de mettre au travail des problèmes difficiles à délimiter. La mise en place d'une séquence forcée permet de tester cet outil didactique appliqué au problème de « l'autorisation ou de l'interdiction du glyphosate ».

Nous commencerons par présenter notre cadre théorique avant de dégager la question de recherche et la méthode avec laquelle nous analyserons les différentes productions langagières des élèves. Nos résultats seront ensuite discutés afin d'envisager les conditions de possibilités didactiques d'utilisation de la matrice problématique par les enseignants et dans le champ de la recherche en didactique plus généralement.

Cadre théorique et conceptuel

Pour analyser l'intérêt de la matrice problématique comme outil didactique possible destiné aux enseignant·es du second degré, il nous semble pertinent de rappeler les buts de l'enseignement scientifique avant d'aborder la mise en œuvre des EDD en contexte scolaire, une difficulté manifeste chez les enseignant·es comme le souligne Fabre (2014). Ensuite, nous aborderons succinctement la question de l'utilisation du glyphosate avant de présenter la matrice problématique.

L'enseignement scientifique de terminal

Depuis la réforme du Baccalauréat, l'enseignement scientifique est un nouvel enseignement du tronc commun en classe de première (2019-2020) et terminale (2020-2021), il représente une quotité de deux heures hebdomadaires (coefficient cinq du Baccalauréat, les notes comptent pour le contrôle continu). Cet enseignement est pris en charge par deux ou trois disciplines scientifiques, principalement les sciences de la vie et de la Terre, la physique-chimie et les mathématiques, qui se répartissent les différentes notions à traiter. Les objectifs généraux sont « d'aider les élèves à cerner ce que la connaissance scientifique a de spécifique, dans ses pratiques, dans ses méthodes d'élaboration et dans ses enjeux de société » (MEN, 2019, p. 2) en s'appuyant sur trois thématiques. L'étude que nous menons pourrait s'inscrire à la fois dans le thème « science, climat et société » et « une histoire du vivant ».

Du point de vue de l'individu, l'école a une finalité émancipatrice et elle participe à la construction de sa citoyenneté. Un des objectifs éducatifs est alors de dépasser une pensée simple, le plus souvent relevant du dualisme¹ (Moukheiber, 2019). Aussi, l'école cherche-t-elle à éclairer l'apprenant, car « La stratégie, comme la connaissance, demeure une navigation dans un océan d'incertitudes à travers des archipels de certitudes » (Morin, 1999, p. 110). Autrement dit, dans une visée de formation, voire de transformation des élèves, l'éducation scolaire aspire à mobiliser des savoirs à maîtriser et des capacités réflexives. Aujourd'hui, sous la pression d'une partie de la société, notamment les citoyen·nes qui luttent contre le dogmatisme, l'enseignement ne peut plus se reposer sur un socle encyclopédique où le savoir est sanctuarisé et conformiste. Pour certains auteurs, l'enseignement aurait même pour rôle de pousser les apprenant·es à une culture de l'engagement dans une perspective de responsabilité individuelle et collective (Lange, 2015 ; Lange & Kebaïli, 2019). Cet engagement peut revêtir plusieurs tendances selon les choix politiques, comme l'environnementalisme et les éco-gestes, il entre alors en tension avec la laïcité et la liberté de pensée chères à l'école de la République. Les programmes de terminale d'enseignement scientifique s'inscrivent dans cette tendance et précisent, dès le préambule, que trois buts intimement liés sont à suivre. Nous les résumons ici : « [...] faire de chaque élève une personne lucide ; [...] faire de chaque élève un(e) citoyen(ne) responsable ; [...] développer un esprit rationnel, autonome et éclairé, capable d'exercer une analyse critique » (MEN, 2019, p. 1).

¹ Selon Moukheiber (2019, p.50) « le dualisme est un mécanisme de réduction de l'ambiguïté qui s'applique à des concepts trop complexes à appréhender autrement qu'en les réduisant à deux réalités définies et antagonistes ».

La mise en œuvre de l'EDD dans les programmes de terminale

La mise en œuvre de l'EDD, où les savoirs sont nouveaux et renouvelés (Lange, 2017), soulève de nouveaux défis au carrefour de dimensions épistémologique, philosophique, didactique et pédagogique. Or, une manière fréquente d'envisager l'enseignement de l'EDD est de recourir à l'inculcation d'éco-gestes et des bons comportements sans engager de réflexion sur d'autres solutions possibles ou, plus encore, de travailler à la reconstruction du problème. Cette façon d'appréhender les apprentissages est d'ailleurs induite par le curriculum formel lui-même (Perrenoud, 1993). Par exemple, le programme d'enseignement scientifique de terminale précise des comportements à adopter comme solutions aux problèmes traités (« analyser l'empreinte carbone de différentes activités humaines et proposer des comportements pour la minimiser ou la compenser. » (MEN, 2019, p. 9) ou encore comme des problèmes dont la source est déjà ciblée : « nouveaux comportements individuels et collectifs (consommations, déplacements, relations Nord-Sud). » (ibid, p. 13). Nous pointons une tension au sein de l'école de la République qui oscille entre deux tendances : le souci encyclopédique et le souci de l'engagement citoyen (Lange, 2015). Cette réification des comportements écocitoyens nous semble réductrice, elle pourrait même être en contradiction avec le développement d'une pensée critique « qui participe de l'éthique et du politique, ce qui constitue une (autre) manière d'envisager l'EDD » (Lange, 2011, p. 73). Les programmes scolaires sont par ailleurs dépourvus de problématisation dans la forme textuelle des savoirs or, ontologiquement, ces derniers sont reliés à des problèmes dont ils sont une solution. Ce constat questionne la formation du citoyen·ne autant que la vision réductrice des problèmes complexes engagés qui lui sont proposés (Meyer, 1993). Comment lever ou prendre en charge ces difficultés et permettre aux acteurs de l'éducation de s'engager plus sereinement dans la mise en œuvre d'une EDD ? Nous présentons une proposition didactique liée à la question de l'interdiction du glyphosate.

L'utilisation du glyphosate

Depuis la deuxième moitié du 20^e siècle, le développement de l'agriculture intensive mais aussi, dans une moindre mesure, les jardiniers amateurs, les collectivités et les professionnels pour l'entretien des espaces verts² ont eu recours aux pesticides conduisant à une dégradation du milieu (Cancian, 2015). Le glyphosate est un désherbant systémique ou « substance active herbicide à large spectre d'action sur les végétaux utilisée en zones

² <https://www.ecologie.gouv.fr/sortie-du-glyphosate>
Rouquet, 2025

agricoles, forestières et non agricoles. » (ANSES³). Actuellement, faute d'accord entre les états membres de l'Union Européenne, la Commission européenne proroge son utilisation jusqu'en 2033⁴.

Dans le cadre de l'utilisation du glyphosate, la polémique a cristallisé l'opinion sur les effets potentiellement cancérogènes de l'herbicide. En effet, le Centre International de Recherche sur le cancer (Circ) et l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) ont, dès 2015, classé le produit comme « cancérogène probable ». Le problème de son interdiction d'utilisation est d'autant plus complexe que « le changement de paradigme dans la protection des cultures invite à concilier différents objectifs et des enjeux pluriels parfois contradictoires sur les plans environnemental, sociopolitique, socioprofessionnel. » (Cancian, 2015, p. 50). La question, « faut-il autoriser ou interdire l'utilisation du glyphosate ? », qui découle de ce problème flouté par les différents enjeux, relève bien des QSV. Par ailleurs, l'aspect sous-jacent qui est pointé d'un point de vue éthique concerne « l'obligation de savoir, qui passe par une reconnaissance de notre ignorance : nous ne possédons pas le savoir scientifique des effets futurs de nos actions actuelles. » (Larrère & Larrère, 2022, p. 243).

La matrice problématique

Quand c'est un problème scientifique standard qui fait l'objet d'un travail avec les élèves, l'enseignant·e peut se faire une représentation canonique de ce problème. Certaines QSV peuvent être considérées comme des problèmes pernicioeux dont il n'est pas possible de faire le tour, leurs constructions restant ouvertes (Fabre, 2022). Un problème pernicioeux se caractérise par cinq critères : de multiples enjeux (polysémie), l'existence de controverses entre acteurs (conflictualité) ainsi que de sous-problèmes qui émergent (complexité), l'inscription dans l'espace et le temps (cadre spatio-temporel) et l'absence de solution simple. Or, dans une logique de développement de l'esprit critique chez les élèves, tous ces critères sont susceptibles d'être portés à l'étude. Pour autant, les programmes scolaires n'offrent pas de dispositifs didactiques aux enseignants contraints, qui plus est, par un calendrier comptable de ses heures. Dans un tel contexte, comment parvenir à répondre aux exigences des prescriptions et des préconisations ? La matrice problématique est un outil d'analyse a priori qui pourrait aider les enseignant·es à construire une partie au moins du problème grâce à des balises didactiques. Cette matrice est déclinée par ses auteurs en

³ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du travail
<https://www.anses.fr/fr/content/glyphosate-le-point-sur-les-actions-de-lanses>

⁴<https://www.vie-publique.fr/questions-reponses/291363-glyphosate-une-autorisation-renouvelee-dans-lue-jusqu'en-2033>

une triple schématisation, elles sont présentées dans les annexes (Figures 3, 4 et Tableau 2). Sans recherche d'exhaustivité, la matrice contextualisée au cas du glyphosate, cherche à mieux délimiter le problème en abordant les enjeux économiques, environnementaux et sanitaires/sociaux de cette QSV. La première schématisation rend compte des trois controverses principales concernant le glyphosate (Une agriculture performante mais à quel prix ? Existe-t-il des alternatives au glyphosate ? Jusqu'où peut aller la toxicité du glyphosate ?). La deuxième schématisation visualise, quant à elle, les nœuds des argumentations : elle pourrait faciliter la conduite du débat pour l'enseignant en particulier pour son orientation et/ou sa réorientation. La troisième version concerne la microstructure argumentative propre à chaque type d'acteurs, elle permet d'accéder à la pensée complexe (Morin, 1999) tout en constituant des éléments d'observation et d'évaluations des acquis des élèves.

Dans la section suivante, le développement de la question de recherche ainsi que la présentation de la méthodologie employée vont permettre de délimiter notre investigation.

Question de recherche et méthode

Question de recherche

Nous nous positionnons tout particulièrement dans l'enseignement des QSV qui mobilisent la pensée critique des apprenants (Lange, Trouvé et Victor, 2007 ; Legardez, 2011 ; Lange, 2011 et 2013 ; Barthes, Lange et Tutiaux-Guillon, 2017 ; Legardez, 2017 ; Lange et Kebaïli, 2019). Dans ce contexte des « Éducatrices », nous nous demandons comment des enseignant·es/éducateur·trices pourraient prendre en charge une QSV, dont le problème se révèle pernicieux, en faisant le tour du problème tout en révélant la complexité de sa construction. C'est dans cette optique que nous souhaitons tester l'idée de matrice problématique, appliquée à l'étude de cas du glyphosate. Est-elle pertinente pour aider les enseignant·es et les formateur·trices à construire leurs séquences, la réguler et évaluer les productions des élèves ?

Méthode

Les données que nous utilisons pour notre analyse relèvent des productions langagières, orales et écrites, des élèves, obtenues au cours d'une séquence forcée c'est à dire un ensemble de séances construites à la fois pour enseigner et pour être un objet de recherche (Orange, 2012) (Tableau 1). Concernant celle-ci, nous rappelons que son élaboration « n'a pas vocation à être reproduite, mais uniquement à produire des phénomènes (recherche) et des apprentissages (enseignement). » (Orange, 2010, p. 77). Il s'agit d'une séquence

d'enseignement non ordinaire à visées pédagogique et de recherche, elle nécessite un dialogue permanent entre chercheur(s) et professeur(s). En effet, alors que l'approche des QSV en milieu scolaire faisait débat au sein du laboratoire du Centre de Recherche en Éducation à Nantes (CREN), Chauvigné et Fabre (codirecteurs du séminaire Questions Socialement Vives et Valeurs en Éducation) nous ont sollicité pour tester un nouvel outil à l'état encore théorique. Étant à la fois enseignant et chercheur attaché au même laboratoire, il nous revenait la responsabilité de construire une séquence d'enseignement mobilisant la matrice. Il faut donc comprendre que nous sommes à la fois enseignant des Sciences de la vie et de la Terre et chercheur. Dans la mesure où nous testons un nouveau modèle didactique, l'expérimentation qui en résulte est le fruit d'une étroite collaboration avec les auteurs de l'outil, celle-ci engage également des élèves volontaires.

Une classe de terminale enseignement scientifique (heure hebdomadaire), constituée de 34 élèves, est sollicitée et nous en sommes le professeur de référence pour la partie sciences de la vie et de la Terre. La séquence forcée (Tableau 1) est établie pour une succession de trois séances consécutives au deuxième semestre 2022, une séance correspond à une heure d'enseignement.

Tableau 1.

Séquence forcée

Titre de la séance	Contenu de la séance	Recueil de données pour la recherche
1. Situation-problème	Situation autour du problème de l'utilisation du glyphosate et mobilisation des connaissances des élèves ; Recherche sur Internet des acteurs concernés et de leurs différents points de vue argumentatifs.	Questionnaire individuel (représentations initiales)
2. Débat scientifique de classe	Répartition des rôles pour le débat (différents acteurs, régulateurs, secrétaires) ; Débat scientifique de classe ; Temps supplémentaire pour une nouvelle recherche sur Internet pour affiner les différents arguments.	Enregistrement vidéo de l'ensemble du débat par un tiers (17 mins)
3. Synthèse	Rédaction d'une synthèse issue des différents écrits et positionnement des élèves vis-à-vis de l'utilisation du glyphosate.	Productions écrites numériques des élèves (groupes de 2)

La démarche utilisée se fonde sur la triple schématisation de la matrice problématique présentée dans les annexes. La première schématisation permet de faire un premier tour du

problème et d'appréhender les représentations initiales des élèves. La seconde schématisation dévoile le système des controverses, elle est utile lors de la conduite du débat scientifique de classe. Enfin, l'analyse des productions des élèves mobilise la 3^e schématisation de la matrice, c'est une originalité de l'outil. Celle-ci sert de grille référence pour l'enseignant·e à la fois pour décrypter le débat argumenté et également pour l'évaluation des synthèses destinées au député de circonscription.

L'analyse des résultats proposés dans la section suivante s'articule au niveau des différentes productions langagières des élèves. Aussi, nous aborderons chronologiquement « les représentations initiales des élèves », puis « le débat scientifique de classe » et, enfin, « la synthèse destinée au député de circonscription ».

L'évolution des productions langagières au cours de la séquence

Dans un premier temps, nous présentons l'analyse des représentations initiales des élèves vis-à-vis du glyphosate (séance 1). Nous abordons ensuite le débat scientifique de classe qui est au cœur de la séquence forcée, avant de présenter l'analyse des synthèses des élèves dont une, en particulier, illustrera la mobilisation de la matrice comme outil d'analyse.

Les représentations initiales des élèves

La première séance de la séquence forcée s'appuie sur l'apprentissage scolaire comme moteur possible d'un processus d'acculturation. Si Bachelard (2011) affirme que pour tout esprit scientifique la connaissance est une réponse à une question, nous considérons que la problématisation cherche à sortir d'une logique académique problème-solution. Ainsi, pour problématiser, il ne s'agit pas seulement de poser le problème et trouver une solution, mais plutôt de le construire voire le reconstruire (Orange, 2005). Le travail langagier étant une nécessité dans le processus de problématisation, il convient de débiter la séance en commençant à donner davantage d'épaisseur au problème pour les élèves. Ainsi, afin d'appréhender les connaissances des élèves avant la séquence d'enseignement nous relevons leurs représentations initiales. Celles-ci correspondent à des idées reçues ou des explications toutes faites parfois appuyées de savoirs scolaires. En appui sur la première schématisation de la matrice, il s'agit alors d'identifier les acteurs impliqués dans l'utilisation directe ou indirecte du glyphosate, de repérer leurs thèses et les controverses possibles. Un document individuel, de format A4, a été distribué aux élèves, il comprend trois questions ouvertes : Que sais-tu du glyphosate ? Selon toi, quelles sont les personnes concernées par le glyphosate ? D'après tes connaissances, pourquoi y a-t-il des polémiques

à propos du glyphosate ? Les 30 productions⁵ sont anonymisées pour faciliter l'expression des élèves et une durée de 10 minutes leur a été accordée. La Figure 1 illustre une production d'élève :

Figure 1.

Production écrite d'un élève (séance 1)

Que sais-tu du glyphosate ?	Il s'agit de pesticide, utilisé par les agriculteurs, dans les champs.
Selon toi, quelles sont les personnes concernées par le glyphosate ?	Les agriculteurs principalement mais tout le monde car cela a un impact sur l'environnement ce qui concerne tout le monde.
D'après tes connaissances, pourquoi y a-t-il des polémiques à propos du glyphosate ?	Il y a débat car le glyphosate est utilisé par les agriculteurs cependant des personnes remettent en question son utilité par car il serait dangereux pour pour l'environnement.

À la première question « Que sais-tu du glyphosate ? », 12/30 élèves affirment qu'ils ne connaissent pas le produit/la molécule quand 12/30 notent qu'il s'agit d'un pesticide de type herbicide. De plus, 2/30 élèves écrivent que le produit est favorable aux plantes : (« comme un engrais » — « soit plus belle [...] permet aux plantes de mieux pousser ») ce qui correspond à une erreur scientifique que nous prêtons à la confusion du produit avec un engrais. D'autres propositions témoignent de connaissances plus avancées mais qui relèvent de propositions non argumentées que nous associons à des croyances : « efficace », « meilleur rendement », « nocif », « problème de santé ». Enfin, un élève soumet un doute vis-à-vis de la polémique : « création de cancer reste une hypothèse ».

Pour la deuxième question « Quelles sont les personnes concernées par le glyphosate ? », les élèves proposent : les agriculteurs (17/30 réponses), les industriels (2/30), les consommateurs (5/30), les non-humains (1/30), tout le monde (8/30), les personnes à proximité des champs (4/30) et les paysagistes ou jardiniers (3/30). En regard de la

⁵30 productions sur 34 élèves (4 absents) de la classe de terminale.

première schématisation de la matrice problématique, qui constitue pour nous la représentation canonique du problème, nous constatons que les décideurs politiques, les Organisations Non Gouvernementales (ONG), les experts et la justice ne sont pas mentionnés dans les productions des élèves. Nous réservons notre analyse puisque les réponses à des questions ouvertes ne sont pas toujours évidentes pour un public scolaire non averti. C'est pourquoi De Singly (2016, p. 67) précise que « l'information obtenue après des questions ouvertes apparaît assez fragile ».

À la question « pourquoi y a-t-il des polémiques autour du glyphosate ? », les élèves ont retrouvé les trois enjeux du problème. En effet, le glyphosate est considéré par les élèves comme un produit qui « fonctionne bien » et qui « est utile pour les agriculteurs » d'un point de vue économique. De plus, les enjeux sanitaires et environnementaux sont abordés lorsqu'ils précisent que le glyphosate est aussi nocif pour « les agriculteurs », « la biodiversité », « la planète », « les océans », « l'environnement », « l'Homme ». Par ailleurs, un aspect critique se manifeste dans certaines propositions mais, encore une fois, elles témoignent d'un discours premier assertorique : le produit est « composé de substances interdit », « déjà prouvé qu'ils étaient dangereux », « toxique qui est utilisé » et « l'UE est contre ».

À ce stade de début de séquence, on peut conclure que la première schématisation de la matrice pourrait servir de guide aux enseignant·es pour évaluer les représentations initiales des élèves. On note ainsi que l'ensemble de leurs propositions relève d'un savoir propositionnel où les croyances sont marquées. Certaines réponses soupçonnent même une autorisation frauduleuse du glyphosate, quand bien même il serait interdit par la loi. Les élèves reconnaissent la nécessité de rechercher des informations pour développer leur argumentation et poursuivre l'enquête. Le processus de problématisation est donc en marche pour un épaississement du problème.

Le débat scientifique de classe

L'apprentissage, envisagé ici comme un processus communicationnel (Weil-Barais, 2004), s'inscrit alors dans un contexte partagé de savoirs mais aussi d'expériences vécues. Le débat scientifique de classe agirait comme un catalyseur pour développer l'argumentation des élèves et poursuivre le travail de problématisation (Orange, 2012). Notre thèse est que la matrice problématique serait alors un outil de référence, pour les professeurs, favorisant l'enseignement d'une QSV relevant d'un problème pernicieux.

Comme nous développons l'analyse du débat, nous utilisons la deuxième version de la matrice problématique (Figure 4, Annexe 2), car elle pourrait servir de balise didactique aux enseignant·es pour fait émerger les nœuds des argumentations (notés C pour « problème qui engendre la controverse ») qui cristallisent les échanges lors du débat de classe : problème de la rentabilité et de la dangerosité (C1), problème des alternatives possibles (C2), et problème des enjeux sanitaires (C3). Pour les auteurs, cette schématisation illustre la conflictualité du problème, y compris les phénomènes de lobbying, les conflits d'intérêts et les malversations diverses qui l'accompagnent. Selon nous, l'exemple du problème traité illustre ces caractéristiques puisque certaines expertises sont contestées, notamment celles qui concernent la dangerosité du glyphosate (Richmond, 2018). Ce point est relevé par des élèves, notamment Quentin2 (t29⁶) : « on n'a pas prouvé que c'était un produit cancérigène on dit simplement qu'il y a de très fortes probabilités pour qu'il le soit [...] il n'y a pas eu de preuve formelle à ce sujet. ». Pour C1 et C2, l'abandon du glyphosate entraînerait un supplément de travail et une chute du niveau du revenu des agriculteurs et, par conséquent, une nécessité de « soutiens de l'État ou de la PAC en l'absence de solutions miracles alternatives » (Chauvigné & Fabre, 2021, p. 9). Cet aspect du problème, qui témoigne de sa perniciosité, pourrait paraître complexe à embrasser pour les élèves. Toutefois, lors du débat, nous relevons que le nœud conflictuel est pris en compte : « ben le fait que les agriculteurs gagnent plus ou moins d'argent ça fait qu'ils vont avoir à donner plus ou moins d'aides aux agriculteurs ou est-ce qu'ils vont plutôt valoriser une agriculture biologique ou aider des productions qui sont plus respectueuses des consommateurs. » (t15). L'enjeu environnemental (t16) est d'emblée orienté par les élèves vers le sol (« néfaste pour la fertilité des sols » t17) et l'association sol-plantes donne de la profondeur dans l'argumentation du discours dans une logique inductive (« en mangeant l'herbe avec du glyphosate dessus [...] après la chaîne alimentaire le gros qui mange le petit » t23). Si les propos sont nuancés ensuite (« c'est quand même le désherbant le moins nocif » t25 et « s'il est bien utilisé normalement d'après eux il est censé ne pas endommager la planète » t26), ils restent baignés dans un discours assertorique qui donne l'illusion d'une portée scientifique. Pour le nœud C3, les conflits d'expertises relatifs aux impacts du glyphosate sur la santé entraînent des actions en justice (Chauvigné & Fabre, *ibid*), ainsi un élève pointe une tension décrite dans un article : « les expériences faites en laboratoire c'est pas, d'après le site le Monde, le laboratoire ne représente pas le champ voilà le milieu où ils l'étudient. » (t33). Notons que le problème sanitaire domine dans la pensée des élèves puisqu'il intervient dans le débat alors que c'est l'aspect environnemental qui est abordé par l'enseignant (t16). Pour Quentin1 (t21) : « les animaux sont victimes de l'utilisation du glyphosate. » et « quand même selon l'OMS qui

⁶ t29 : pour tour de parole n° 29 lors du débat.

a basé le glyphosate comme cancérigène probable c'est l'avant dernier pire stade » (t30). Dans le même temps, la conflictualité du problème émerge puisque d'autres élèves relativisent la dangerosité du produit : « s'il est bien utilisé normalement d'après eux il est censé ne pas endommager la planète » (t26) et « on n'a pas prouvé que c'était un produit cancérigène on dit simplement qu'il y a de très fortes probabilités pour qu'il le soit » (t 29). Même si l'explicitation du problème fait défaut, les élèves ont perçu toute l'ambiguïté de l'utilisation du produit et de la controverse des experts. Ne réifient-ils pas implicitement la vivacité du problème ?

Le débat, d'une durée de 17 minutes (Annexe 4) est composé de 53 tours de paroles. Si le contexte de classe entière dans une salle ordinaire⁷ de cours ne facilite pas les échanges, il reproduit les conditions de l'enseignement scientifique dans l'établissement. La grille d'analyse du débat s'appuie sur la troisième schématisation de la matrice problématique (Tableau 2, Annexe 3) construite par ses auteurs pour identifier les acteurs et leurs thèses. D'abord, les six acteurs identifiés lors de la séance 1 sont reconvoqués : les industriels qui fabriquent et vendent le glyphosate, les industriels qui achètent les produits de l'agriculture, les habitants consommateurs, les agriculteurs (avec glyphosate), les agriculteurs biologiques (sans glyphosate). Le pouvoir législatif est maintenant évoqué : « il est censé ne pas endommager la planète et son utilisation est très contrôlée par tout le pouvoir législatif... l'Europe et...le Canada aussi a mis des réglementations sur son utilisation... c'est un produit qui est extrêmement contrôlé » (t26). Ensuite, les trois valeurs associées aux nœuds argumentatifs sont présentes : économique, environnementale et sanitaire. De plus, des thèses avancées par tous les acteurs sont précisées et certaines objections viennent en opposition : « ben d'un autre côté les personnes qui vont faire de l'agriculture biologique forcément leur production coûte plus cher » (t9) ou encore « pour revenir sur le point d'avant aussi on n'a pas prouvé que c'était un produit cancérigène on dit simplement qu'il y a de très fortes probabilités pour qu'il le soit » (t29). Enfin, une solution alternative au glyphosate est proposée : « de faire un cycle des cultures la même année ça permettrait de se passer de désherbant et donc de glyphosate » (t35). Lorsque cet élève pense avoir trouvé une solution au problème, il exprime en réalité une représentation erronée qui court vers la facilité puisqu'elle ne prend en compte l'enjeu économique. S'agit-il d'une perception segmentée du problème ?

Nous notons également que les élèves ont relevé des incertitudes dans les thèses avancées par les acteurs : « que les risques sur le consommateur [...] on n'arrivent pas trop à les trouver. » (t39) ou : « il y a eu des problèmes dans l'expertise, l'expertise est pas vraiment

⁷ Les rangées de tables font face à l'enseignant.

juste » (t31). Par ailleurs, un élève témoigne de la prise en compte des incertitudes qui règnent dans les positions des acteurs en indiquant, en fin de débat, « c'est pas très clair c'est très vague du coup je me demande pourquoi on l'interdit. » (t53). Nous pouvons conjecturer que le débat scientifique explicatif a permis d'aider les élèves à construire voire reconstruire le problème scientifique « c'est-à-dire à organiser et délimiter le champ des possibles » (Orange, 2012, p. 50). Du côté de l'enseignant, la matrice a permis d'orienter et/ou de réorienter le débat pour focaliser les échanges sur les nœuds argumentatifs (Figure 4, Annexe 2) : « On peut passer au deuxième point à discuter ce sont les aspects environnementaux... » (t16) puis « dernier point ce sont les enjeux sanitaires » (t38). Le Tableau 2 (Annexe 3), quant-à-lui, guide le professeur·e pour avancer dans la (re)construction du problème et lui donner de l'épaisseur en insistant sur les différents acteurs et leurs thèses. Aussi, si nous relevons de nombreuses prises de paroles de l'enseignant (20/53), celles-ci témoignent d'une posture de médiateur entre les élèves par des reformulations clarifications (« Est-ce qu'il y aurait d'autres personnes qui seraient impactées d'un point de vue économique ? » t14 ; « du coup ceux qui vendent du glyphosate c'est quoi leur thèse vis-à-vis de l'environnement ? » t24) ou encore par des relances (« c'est-à-dire ? » t32 ; « que disent les experts ou qu'en pensent finalement les agriculteurs qui l'utilisent ? Et les agriculteurs bio est-ce c'est un argument aussi pour eux ? » t38). Plus encore, l'enseignant cherche à faire développer les controverses pour poursuivre le travail de problématisation : « ok est-ce qu'on n'aurait pas des avis contradictoires ? » (t28). Malgré les résistances cognitives, cela engage les élèves à forcer leur argumentation et maintenir le processus de problématisation tout en développant un esprit critique : complexité du problème, incertitudes, pluralité des opinions, modération des jugements. Toutefois, pour cette étude de cas, nous précisons que seuls 10/31 élèves se sont exprimés (deux absents et un élève à la caméra).

La synthèse destinée au député de la circonscription

La troisième séance a pour objectif d'évaluer l'évolution des représentations des élèves après confrontation de leurs connaissances avec leurs pairs et les données issues de leurs recherches. Nous rappelons que la synthèse correspond à un texte destiné au député de la circonscription. Pour des raisons pratiques (disponibilité de la salle informatique, absence de certains élèves aux séances 1 et/ou 2), des groupes de deux ou trois sont constitués et la production écrite numérique est attendue pour la fin de la séance 3. Nous choisissons de commencer par une étude de cas pour éprouver la qualité de l'outil mobilisé (Lettre A, Figure 2) en nous appuyant sur les cinq critères qui caractérisent la perniciosité du problème : polysémie, conflictualité, complexité, cadre spatio-temporel, absence de solution simple (Fabre, 2022).

Figure 2.*Exemple de lettre rédigée par un binôme d'élèves*

Lettre A
<p>Bonjour, monsieur le député,</p> <p>(1) Nous voudrions vous faire part de notre analyse quant à l'autorisation ou à l'interdiction du glyphosate en vous exposant les points de vue des différents acteurs et les études menées sur le produit.</p> <p>(2) Tout d'abord, le glyphosate est, nous le rappelons, un désherbant chimique puissant utilisé dans de nombreuses zones agricoles en France et à travers le monde. Or ce produit est suspecté d'être nocif à la santé et pour l'environnement. En effet, le glyphosate est classé par l'OMS de « cancérigène probable » avec un degré de certitude élevé en 2015. De plus, suite à des analyses urinaires menées sur une population de 50 000 personnes, on retrouve dans presque toutes les personnes testées du glyphosate à très faible intensité. Si le glyphosate représente effectivement une menace, il en irait de la santé publique de l'interdire au plus vite d'autant plus que les agriculteurs l'utilisant sont d'autant plus exposés. Et des ONG s'opposent à son utilisation dans le doute, afin de minimiser les risques engendrés par le produit. Cependant, d'après les États rapporteurs, le glyphosate ne serait pas cancérigène ni reprotoxique ni mutagène suite à un rapport détaillé de 11 000 pages. D'autres études, comme celle du Journal of the Natural Cancer Institution menée sur 50 000 travailleurs agricoles en Amérique, rapportent que ces agriculteurs ne sont pas plus touchés que les autres. On reproche aussi à certaines études une utilisation trop spécifique du produit en laboratoire ne représentant pas les véritables conditions qui peuvent être de différentes natures (comme substance active pure, en formulation commerciale ou encore d'autres...).</p> <p>(3) Ensuite, le glyphosate va atteindre sa date d'expiration de production en France par l'autorisation Européenne en décembre 2022. L'ANSES a retiré 126 autorisations sur le marché. Et le glyphosate a été interdit d'utilisation en France dans les espaces publics et les jardins particuliers. Tout cela a provoqué une réduction de 100 tonnes en 1 an sur la production. La décision d'interdire le glyphosate est un débat auquel il faut répondre dans l'impérative. Si une interdiction est mise en place, des alternatives existent. En effet, pour les cultures, deux cycles annuels permettent de se passer de désherbant et l'agriculture bio de façon générale y remédie déjà. On peut aussi faire un désherbage mécanique, labourer le sol ou plus simplement utiliser un herbicide qui n'est pas classé comme dangereux.</p> <p>(4) Enfin, même si les industriels affirment que leurs produits sont sans risques, une majorité d'étude montre le contraire. Mais certains experts de l'EFSA, l'ECHA ou du BFR sont accusés de conflit d'intérêts en rédigeant leur rapport sans une certaine arrière-pensée faisant pencher la balance en défaveur des industriels. Il en serait peut-être de même pour le gouvernement.</p> <p>(5) C'est pour cela que nous pensons qu'il est nécessaire d'appliquer une interdiction définitive de production et d'utilisation du glyphosate en France ainsi qu'à l'échelle Européenne</p> <p>Je vous prie d'agréer, Madame, Monsieur le député, l'expression de mes sentiments distingués, en espérant qu'à travers cette lettre, vous puissiez vous positionner sur la question de l'interdiction du produit.</p>

La lettre commence par présenter le problème en annonçant sa conflictualité (§1). Ensuite, la rédaction est construite comme un enchaînement argumentaire segmenté en trois paragraphes (§2, 3 et 4) ; toutefois, l'enjeu sanitaire domine, ce qui montre que le caractère polysémique du problème n'est pas pris en charge. En revanche, différents acteurs concernés sont mentionnés et leurs thèses (conflictualité) sont solidement étayées révélant les points de vue différents du problème (la complexité). L'aspect spatio-temporel est également présent (« en France et dans le monde » §2, « décembre 2022 » §3). Enfin, les alternatives proposées (« des alternatives existent » §3) s'annoncent comme une solution simple, ce qui témoigne d'un manque de recul face à la complexité du problème. Pour autant, les élèves ont pris position (§5) en s'appuyant sur une argumentation développée qui s'éloigne d'un propositionnalisme ordinaire de classe de type assertorique. Nous pouvons donc en déduire que, pour ce groupe d'élèves, le problème pernicieux a été mis au travail sans le délimiter complètement et que l'engagement n'est pas accompagné d'une modération du jugement, ni des sources des informations pour souligner l'approche critique des arguments.

Concernant maintenant l'ensemble du corpus, les 15 productions des élèves débutent par une définition précise du produit et certaines sont argumentées scientifiquement : « Le glyphosate agit en bloquant la chaîne de synthèse des précurseurs d'acides aminés essentiels pour le fonctionnement de la plante ». Toutefois, les sources sont absentes malgré nos recommandations. Probablement parce que les élèves sont dans une activité scolaire non ordinaire et que les codes usuels résistent à l'innovation ou ne sont pas assimilés. Par ailleurs, nous notons que si les enjeux sanitaires, environnementaux et économiques sont systématiquement présents, de nouveaux arguments structurent les propos des élèves. Le « sol » et « l'eau » sont indiqués comme potentiellement contaminés, conséquences collatérales de l'utilisation de l'herbicide. De plus, l'expression « cancérigène probable » revient dans plusieurs productions associée à une explication scientifique « endommagement de l'ADN ».

Concernant les acteurs, la majorité des productions citent les ONG mais aussi le Circ et l'OMS. Une focale sur l'engagement de la France vis-à-vis du glyphosate indique une prise en compte du politique : « la France se met en dispositions nécessaires pour que l'utilisation du glyphosate soit interdite » et certains abordent le problème de façon plus globale : « la Chine ne voit pas de dangers en lien avec ce dernier ». Il semble que l'écrit a aidé à mieux baliser le champ des possibles dans un réseau d'incertitudes.

Si la 3^e schématisation de la matrice permet de repérer plus facilement les éléments pertinents du corpus des élèves, force est de constater que certaines propositions sont

particulièrement marquées par l'exercice d'un esprit critique : « vu que le produit ne semble pas dangereux si bien maîtrisé », « Ce produit présente donc de nombreuses controverses ». D'autres synthèses encore expriment un doute (« sujet difficile avec de nombreuses incertitudes », « des données à traiter avec grande prudence pour s'assurer de leurs objectivités ») voire un appel au principe de précaution jonasien (Jonas, 1990) (« d'arrêter son utilisation afin de ne pas engager plus de risques »). Un dernier élément qui émerge de l'analyse des productions écrites des élèves est la présence d'une argumentation chiffrée qui dénotent une intention de calibrer sa confiance dans les informations (Pasquinelli et al., 2020) : « 8500 tonnes vendues chaque année », « car la mauvaise herbe fait perdre environ 30 à 40 % des récoltes », « L'ANSES [Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation] a retiré 126 autorisations sur le marché ».

Discussion et perspectives pour la matrice problématique

Dans cette étude de cas, nous considérons que la matrice problématique, dans sa triple schématisation (Annexes 1,2 et 3), est un outil qui pourrait être pertinent pour plusieurs raisons. D'abord, la première schématisation (Figure 3, Annexe 1) permet aux enseignants de mieux appréhender le problème de « l'autorisation ou de l'interdiction du glyphosate » en lui donnant davantage d'épaisseur. De plus, elle pourrait servir de balise pour saisir les représentations initiales des élèves dans la mesure où elle cherche à fixer le cadre du problème. Ensuite, la deuxième schématisation (Figure 4, Annexe 2) nous semble éclairer et réorienter la conduite du débat dans la mesure où elle donne des repères à l'enseignant pour cadrer les propos des élèves : « très bien on n'a pas parlé de ceux qui font du glyphosate du coup vous en pensez quoi du point de vue économique ? » (t10). En effet, si la problématisation invite à faire le tour du problème, il n'en demeure pas moins que les nœuds problématiques identifiés *a priori* facilitent la conduite du débat. Enfin, dans sa troisième schématisation (Tableau 2, Annexe 3), l'outil peut être mobilisé comme une grille d'analyse pour passer au crible les productions des élèves afin d'évaluer leurs qualités argumentatives et leur engagement critique face à un problème pernicieux.

Toutefois, certaines limites nous conduisent à la prudence. En effet, l'engagement des élèves vis-à-vis d'un sujet qui n'a peut-être pas de sens pour eux peut être modéré. De plus, la forme scolaire originale, parce que non ordinaire, peut venir contrarier les apprentissages visés : « le fait qu'ils soient actifs et motivés ne dit rien de la pertinence des savoirs transmis ou de l'effectivité des acquisitions » (Fabre, 2007, p. 72). Ainsi, si l'argumentation des élèves évolue, quantitativement et qualitativement, des représentations à la synthèse, les sources sont rarement présentes et pourraient être assimilées à de l'information erronée puisque non vérifiable. C'est un biais majeur qui demande à reconsidérer la séquence pour

augmenter les consignes des élèves (présence obligatoire des sources). Cela nous éloignerait alors des objectifs de développement de l'esprit critique où la qualité des informations disponibles en vue d'une prise de décision est primordiale (Pasquinelli et al., 2020). Néanmoins, nous reconnaissons la réelle difficulté à appliquer une nouvelle consigne et à croiser les informations d'autant que l'activité est nouvelle pour les élèves. Nous relevons un autre biais important, celui des stratégies argumentatives des élèves lors de la réalisation des synthèses. Puisque nous nous inscrivons dans une logique éducative de problématisation, dont les manifestations de l'esprit critique sont inhérentes, il faut reconnaître que les élèves maîtrisent peu les connecteurs logiques. Aussi, il est parfois difficile d'évaluer leurs productions.

Par ailleurs, dans le cadre de la mise en place d'un débat scientifique qui porte sur une QSV, l'objectif n'est pas « l'apprentissage de nouveaux savoirs mais celui de favoriser une prise de distance vis-à-vis des différents discours. » (Orange, 2012, p. 48). Le débat scientifique à visée argumentative a favorisé, il nous semble, la (re)construction du problème par les élèves dans une perspective d'éducation citoyenne (Orange, 2012). Si la deuxième schématisation des controverses aide l'enseignant au repérage des arguments des élèves, elle ne conduit pas à relever les doutes et incertitudes possibles des élèves. De plus, la qualité des sources ne peut être évaluée dans leur pertinence par la matrice, d'ailleurs comment pourrait-elle l'être ? Quant au passage de l'oral (le débat) à l'écrit (la synthèse), force est de rappeler que l'écrit n'est pas une gravure de l'oral, car les deux modes de communication ne répondent pas à la même logique (Astolfi, 2014). Autrement dit, si la synthèse a facilité le processus de secondarisation (Bakhtine, 1984), c'est parce que la séquence forcée a permis de retravailler les premiers discours spontanés (assertions écrites lors de la séance 1 et arguments oraux lors de la séance 2) en les ressassant pour dépasser les conditions de leur genèse. La production écrite finale revêt, par conséquent, une signification plus avancée dans la pensée des élèves.

Attendu que la matrice est destinée aux enseignants, un dernier biais relève de l'engagement nécessaire de ces derniers pour maîtriser l'outil et les savoirs relatifs au glyphosate. D'autant que le produit est régulièrement réévalué en fonction des évolutions des connaissances scientifiques et de la législation : par exemple, l'union européenne a renouvelé son approbation à son utilisation fin 2023 (Anses.fr). Ainsi, le contexte et la date des sources des enseignants, et celui des élèves, peuvent venir interférer le champ argumentatif.

La matrice argumentative pourrait-elle être reproduite pour une autre QSV ? C'est le défi que nous avons relevé en nous attardant sur « le problème public du Loup en France ».

Conclusion

Nous étant saisis d'une étude de cas pour tester la matrice problématique de Fabre et Chauvigné (2021), nous retenons d'abord ce que ce travail apporte au champ de la recherche en didactique et pour l'enseignement de certaines QSV à l'école. Il conforte une perspective d'étude qui part des représentations initiales des élèves pour les faire évoluer, comme principe d'apprentissage, par une mise au travail d'un problème. De plus, il ravive l'intérêt du débat scientifique de classe et son potentiel émancipateur dans une finalité d'éducation au politique comme modalité pédagogique pertinente (Legrand, 2006 ; Orange, 2012 ; Munoz et Villeret, 2012). Ainsi, le débat scientifique de classe peut être considéré comme agent facilitateur dans le travail de l'épaississement du problème dans une perspective de problématisation (Fabre et Orange, 1997) en aidant les apprenants à clarifier les acteurs en jeu et leur positionnement, à distinguer les thèses et les controverses pour faire poindre des dilemmes éthiques. Enfin, face aux difficultés des enseignant·es à aborder certaines QSV, la matrice problématique pourrait s'avérer comme un point d'appui dans la construction de leur séquence. En effet, apprendre aux élèves à argumenter et à entrer dans la complexité des QSV ne permet-il pas de faire évoluer les représentations naïves de type préscientifique et/ou les réponses simplistes ?

Pour cette étude de cas du glyphosate, le modèle de la matrice problématique de Chauvigné et Fabre (2021) pourrait donc être un outil pour guider les enseignant·es dans la conduite du débat et l'évaluation des productions écrites. C'est pourquoi, elle pourrait participer à former les apprenants à une pensée réflexive propre à développer une culture de l'engagement dans une perspective de responsabilité individuelle et collective (Lange & Kebaïli, 2019). Toutefois, elle ne dispense pas les enseignant·es d'investir le sujet et de qualifier la pertinence de certaines propositions d'élèves, nous pensons notamment aux incertitudes déclarées et à la validité des sources. Dans la perspective d'une éducation citoyenne politique, la matrice problématique (triple schématisation) répond aux nouvelles exigences de l'école pour relever les défis de l'Anthropocène et pourrait être considérée comme un outil original et efficace pour les enseignant·es, car « si instruire consiste à transmettre des connaissances et des savoirs, éclairer consiste à apprendre à raisonner et à penser » (Prairat, 2022, p. 132).

Un problème de l'école est de répondre à la tension entre nécessité de relayer les politiques publiques et la formation des citoyens à la pensée critique. Comment l'école peut-elle s'y prendre ? Notre proposition vise à aider les enseignant·es à une éducation au politique pour former les élèves à une citoyenneté éclairée. L'enjeu est de reconsidérer le potentiel argumentatif des élèves et d'interroger un enseignement traditionnel peu problématisant.

Bibliographie

- Astolfi, J-P. (2014). *La saveur des savoirs* (3e ed.). ESF éditeur.
- Audigier, F. (2017). Éducation à la citoyenneté. Dans A. Barthes, J-M. Lange et N. Tutiaux-Guillon (dir.), *Dictionnaire critique des enjeux et concepts des « Éducatifs à »* (p. 46-51). L'Harmattan.
- Bachelard, G. (2011). *La formation de l'esprit scientifique*. Vrin.
- Bakhtine, M. (1984). *Esthétique de la création verbale*. Gallimard.
- Barthes, A., Lange, J-M. et Tutiaux-Guillon, N. (dir.) ; *Dictionnaire critique des enjeux et concepts des « Éducatifs à »*. L'Harmattan.
- Cancian, N. (2015). Approche didactique d'une Question Socialement Vive Agronomique la réduction de l'usage des pesticides — modélisation du raisonnement agro-écologique et socio-économique d'élèves et d'étudiants : appuis et obstacles à l'enseigner à produire autrement. Thèse de doctorat de l'Université de Toulouse (30 novembre 2015).
- Curnier D. (2017). Éducation et durabilité forte : considérations sur les fondements et les finalités de l'institution. *La Pensée écologique*, doi : 10.3917/lpe.pr1.0032. DOI : 10.3917/lpe.pr1.0032
- De Singly, F. (2016). *Le questionnaire (4e ed)*. Armand Colin.
- Fabre, M. (2007). La pirogue de Robinson : Essai sur l'irrationalité de l'action. Dans M. Durant et M. Fabre, *Les situations de formation entre savoirs, problèmes et activités*. L'Harmattan.
- Fabre, M. (2014). *Les problèmes complexes flous en éducation*. De Boeck Supérieur.
- Fabre, M. (2022). *L'éducation au politique. Les problèmes pernicioseux*. London : ISTE.
- Fabre, M., Weil-Barais, A. et Xypas, C. (dir.) (2014). *Les problèmes complexes flous en éducation*. De Boeck.
- Fabre, M. et Orange, C. (1997). Construction des problèmes et franchissement d'obstacles. *Aster*, 24, 37-57.
- Hétier, R. et Wallenhorst, N. (2023). *Penser l'éducation à l'époque de l'anthropocène*. Le Bord de l'eau.
- Jonas, H. (1990). *Le principe responsabilité*. Les Editions du Cerf.
- Lange, J-M. (2011). Éducation au développement durable : éléments pour une problématisation de la formation des enseignants. *Carrefours de l'éducation*, 3, 71-85. DOI 10.3917/cdle.hs01.0071
- Lange, J-M. (2015). Éducation et engagement : la participation de l'École à relever les défis environnementaux et de développement. *Éducation relative à l'environnement*, 12, 1— 15.

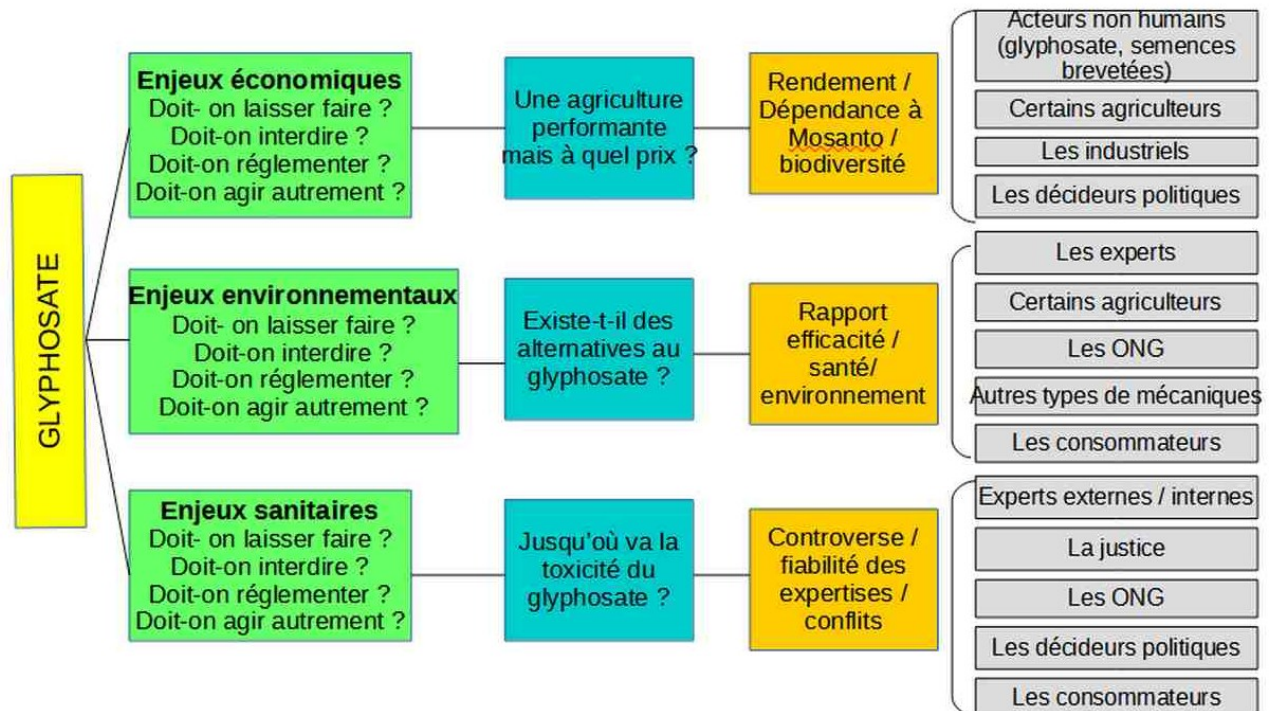
- Lange, J-M. (2017). Curriculum. Dans A. Barthes, J-M. Lange et N. Tutiaux-Guillon (dir.), *Dictionnaire critique des enjeux et concepts des « Éducatifs à »* (p. 351-359). L'Harmattan.
- Lange, J-M et Kebaïli, S. (2019). Penser l'éducation au temps de l'anthropocène : conditions de possibilités d'une culture de l'engagement. *Éducation et socialisation*, 51. URL : <http://journals.openedition.org/edso/5674> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/edso.5674>
- Lange, J-M., Trouvé, A. et Victor P. (2007). *Expression d'une opinion raisonnée dans les « éducatifs à »*. Quels indicateurs ?. Colloque AREF, Strasbourg.
- Latour, B. (2015). *Face à Gaïa*. La Découverte.
- Legardez, A. (2011). Éduquer au développement durable et/ou faciliter la co-construction de savoirs pour une écocitoyenneté critique. Propositions et illustration. Dans B. Bader et L. Sauvé (dir.), *Éducation, environnement et développement durable : vers une citoyenneté critique*. (p. 176-190). Presses de l'université de Laval.
- Legardez, A. (2017). Questions Socialement Vives. Dans A. Barthes, J-M. Lange et N. Tutiaux-Guillon (dir.), *Dictionnaire critique des enjeux et concepts des « Éducatifs à »* (p. 536-543). L'Harmattan.
- Larrère, C. et Larrère, R. (2022, 3e ed.). *Du bon usage de la nature*. Éditions Flammarion.
- Legardez, A. et Simmoneaux, L. (2006). *L'école à l'épreuve de l'actualité : enseigner les questions vives*. ESF.
- Legrand, M. (2006). Le principe du « débat scientifique » dans nos classes et nos amphis. IREM. https://irem.univ-grenoble-alpes.fr/medias/fichier/debat-s-prinb08a_1550848562909-pdf
- Ministère de l'Éducation Nationale ([MEN] 2019, juillet). Bulletin Officiel spécial n° 8 du 25 juillet 2019 : Programme d'enseignement scientifique en classe de terminale de la voie générale. <https://www.education.gouv.fr/bo/19/Special8/MENE1921241A.htm>
- Meyer, M. (1993). *Questions de rhétorique*. Biblio-Essais.
- Morin, E. (1999). *Les sept savoirs nécessaires à l'éducation du futur*. Editions du Seuil.
- Moukheiber, A. (2019). *Votre cerveau vous joue des tours*. Allary éditions.
- Orange, C. (2005). Problématisation et conceptualisation en sciences et dans les apprentissages scientifiques. *Les sciences pour l'Ère Nouvelle*, 3, 69-94.
- Orange, C. (2010). Situations forcées. Recherches didactiques et développement du métier enseignant. *Recherches en éducation*, 2, 73-85.
- Orange C. (2012). *Enseigner les sciences. Problèmes, débats et savoirs scientifiques en classe*. De Boeck.

- Pasquinelli, E., Farina, M., Bedel, A. et Casati, R. (2020) R. Définir et éduquer l'esprit critique. *Rapport produit dans le cadre des travaux du Work Package 1* — Projet EEC — Éducation à l'esprit critique (ANR-18-CE28-0018).
https://hal.science/ijn_02887414v1/file/RAPPORT%20ANR-WP1-De%CC%81finir%20et%20Eduquer%20l%27esprit%20critique.pdf
- Perrenoud, P. (1993). Curriculum : le formel, le réel, le caché. Dans J. Houssaye (dir.), *La pédagogie : une encyclopédie pour aujourd'hui* (p. 61-76). ESF.
- Prairat, E. (2022). *L'école des lumières brille toujours*. ESF.
- Simonneaux, L. et Simonneaux, J. (2014). Panorama de recherches autour de l'enseignement-apprentissage des Questions Socialement Vives. *Revue Francophone du Développement Durable. Les questions socialement vives*, 4, 109-126.
- Weil-Barais, A. (2004). *Les apprentissages scolaires*. Bréal.

Annexe 1

Figure 3.

Schéma de la matrice problématique appliquée au glyphosate d'après Chauvigné et Fabre, 2021 — première version de la schématisation



En vert : enjeux.

En bleu : nœuds problématiques, sous-problèmes.

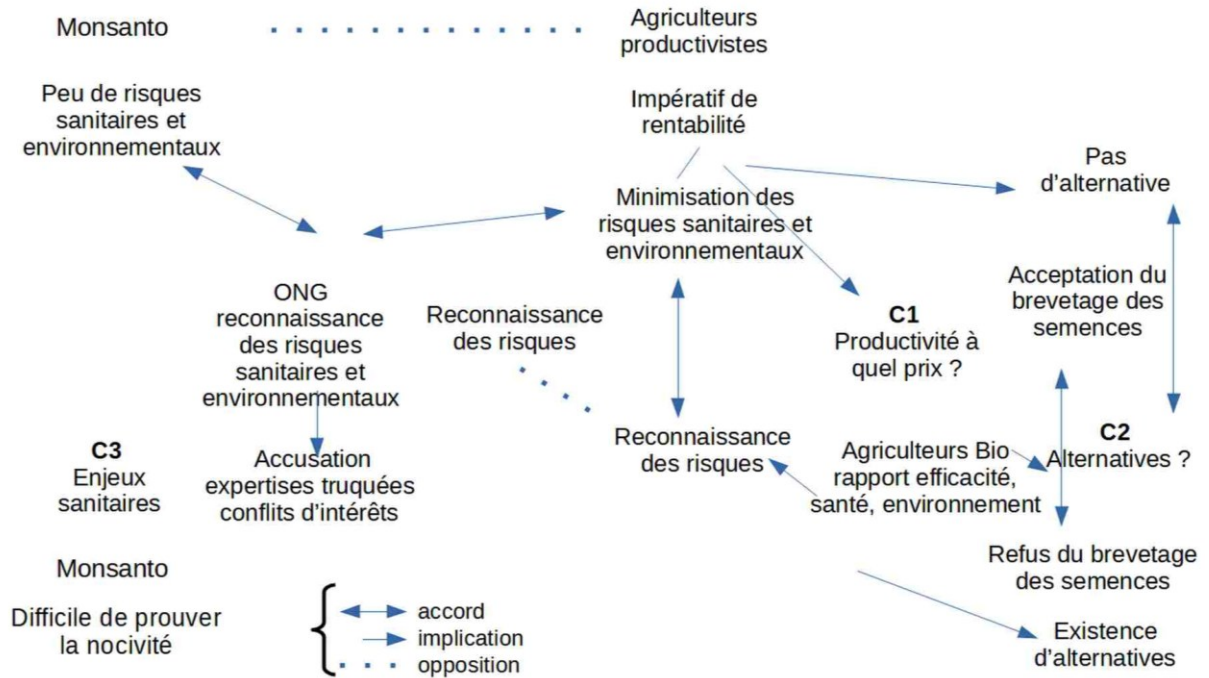
En orange : valeurs en tensions dans les controverses

En gris : les acteurs

Annexe 2

Figure 4.

Schématisation du système des controverses d'après Chauvigné & Fabre (2021) — 2e schématisation



Légendes :

C1 problème de la rentabilité et de la dangerosité

C2 problème des alternatives possibles

C3 problème des enjeux sanitaires

Annexe 3**Tableau 2.**

Critères du débat argumenté dans une communauté de production de savoirs et de valeurs d'après Chauvigné et Fabre (2021) — 3e schématisation

Toxicité du glyphosate	Thèse des industriels (experts internes)	Thèse des ONG (experts externes)	Thèse agriculteurs Productivistes	Thèse agriculteurs Bio	Thèse des consommateurs
Valeurs privilégiées	Économiques	Sanitaires et environnementales	Économiques	Environnementales et sanitaires	Sanitaires et environnementales
Thèse	Rentabilité	Santé	Rentabilité	Biodiversité	Santé bien-être
Objections des autres acteurs	Expertises truquées Risques sanitaires environnementaux	Impuissance à contrebalancer les puissances industrielles	Minimisation des risques	Coût Insuffisance de production	Attitude consommatrice
Réfutations	Pas de preuve scientifique	Alerte et expertise	Efficacité et production	Qualité de la production Préservation de la nature	Économiques
Consensus	non	non	non	non	oui/non
Solutions envisagées	Raisonnées	alternatives	raisonnées	Alternatives	Raisonnées puis alternatives

Annexe 4

Retranscription du débat scientifique de classe — Séance 2 – 17 minutes

Nombre (ex : 12)	Repères des successions des tours de parole (ex : douzième tour de parole)
[...]	Propos inaudibles
Prénom	Prénom pour l'élève identifiés
E	Pour un élève non identifié
EE	Plusieurs élèves qui parlent en même temps
P	Pour le professeur
(...)	Commentaire sur l'attitude de l'auteur ou une attitude singulière des élèves
(?)	Problème hors contexte (gestion de classe)
en gras	Repérage des sous-problèmes pointés par l'enseignant

t : 2'48

1— P : je vous rappelle que l'idée c'est de trouver des arguments des thèses pour expliquer que ces différents acteurs sont plutôt pour une interdiction ou plutôt pour une autorisation du glyphosate. Alors moi ma première question concerne l'aspect économique. Alors vous avez pris des notes et je vous conseille pendant le débat de reprendre des notes pour étayer vos arguments (chuchotement dans la classe, les binômes s'organisent pour la prise de notes). Le premier aspect à aborder ensemble est l'aspect économique d'accord. Du coup on est dans une agriculture performante, mais jusqu'à quel prix ? Voilà d'un point de vue économique qu'est ce que vous avez comme arguments concernant ces acteurs.

2— Cyrielle : pour les agriculteurs le glyphosate ça ne coûte pas très cher et ça augmente les rendements de production ça... non je n'ai pas les chiffres, mais ça augmente forcément.

3— Jules : c'est un herbicide plutôt efficace qui leur fait économiser ou d'éviter d'acheter d'autres pesticides ou herbicides ça évite aussi de relabourer.

4— P : ok très bien d'autres arguments ? Oui...

5— Quentin¹ : après ça.. s'ils utilisent beaucoup de glyphosate ça se répercute sur l'industriel et sur le consommateur ils vont toucher des produits moins chers et donc ce sera moins chers pour eux.

6— P : ok un lien avec l'industrie agroalimentaire alors... quoi d'autre ?

7— Cyrielle : pour le consommateur ce sera beaucoup moins cher aussi si on produit je pense.

8— P : oui cela se répercute sur le consommateur alors tout le monde est d'accord ? Est-ce que vous voyez d'autres points de vue économique pour les autres ?

9— Elise : ben d'un autre côté les personnes qui vont faire de l'agriculture biologique forcément leur production coûte plus chère et donc pour une même production ils vont avoir des prix élevés et donc ils vont pour une même production devoir avoir des prix plus élevés donc leur production va être aussi plus chère aussi pour les consommateurs et les industriels.

10— P : ok très bien on n'a pas parlé de ceux qui font du glyphosate du coup vous en pensez quoi du point de vue économique ?

11— Jules : c'est une industrie très lucrative pour les entreprises qui le font après en France il y a eu 8 500 tonnes de glyphosate qui sont vendues chaque année.

12— Quentin¹ : pour moi c'est la même chose si on utilise rajoute du glyphosate ça fonctionne pas du tout.

13— Cyrielle : surtout le glyphosate il marche sur toutes les plantes donc du coup ils se spécialisent que dans le glyphosate et ils ont pas de pertes.

14— P : d'accord les autres qu'est-ce qu'on n'a pas abordé ? Est-ce qu'il y aurait d'autres personnes qui seraient impactées d'un point de vue économique ? Le pouvoir législatif vous l'avez mis dans les acteurs est-ce qu'il y a un lien d'un point de vue économique ou pas ?

15— Elise : ben le fait que les agriculteurs gagnent plus ou moins d'argent ça fait qu'ils vont avoir à donner plus ou moins d'aides aux agriculteurs ou est-ce qu'ils vont plutôt valoriser une agriculture biologique ou aider des productions qui sont plus respectueuses des consommateurs.

16— P : ok très bien effectivement un questionnement que doit se poser le législateur ok... pas d'autres arguments ? On peut passer au deuxième point à discuter ce sont les aspects environnementaux... du coup du point de vue environnemental on pourrait aussi se questionner autour des alternatives au glyphosate comment sont concernés les acteurs d'un point de vue environnemental. Et puis y a-t-il des alternatives au glyphosate ?

17— Cyrielle : déjà le glyphosate c'est quelque chose qui est néfaste pour la fertilité des sols et qui pollue énormément.

18— P : ça concerne qui alors ?

19— Cyrielle : ben tout le monde si ça pollue les sols... ça concerne tous les habitants de la planète et et aussi ça endommage la fertilité des sols ce serait aussi pour l'agriculteur qui ne peut plus utiliser ses sols ou s'il voudrait revenir à du bio ce serait plus compliquer après.

20— P : autre chose ?

21— Quentin1 : les animaux sont victimes de l'utilisation du glyphosate.

22— P : comment ?

23— Quentin1 : en mangeant l'herbe avec du glyphosate dessus par exemple... après la chaîne alimentaire le gros qui mange le petit et ainsi de suite le gros mange du glyphosate puisque le petit en a mangé.

24— P : du coup ceux qui vendent du glyphosate c'est quoi leur thèse vis-à-vis de l'environnement ?

25— Jules : selon eux c'est quand même le désherbant le moins nocif... il est censé être aussi actif et parmi euh les désherbants du coup il aura un impact beaucoup plus sur les plantes...euh il est aussi censé protéger des sols contre le cancer polluant et du coup au final n'agir que contre les plantes qu'il est censé euh neutraliser.

26— Cyrielle : s'il est bien utilisé normalement d'après eux il est censé ne pas endommager la planète et son utilisation est très contrôlée par tout le pouvoir législatif... l'Europe et...le Canada aussi a mis des réglementations sur son utilisation... c'est un produit qui est extrêmement contrôlé et que normalement si on l'utilise bien d'après ce qu'ils disent... c'est pas mauvais pour l'environnement et la biodiversité.

27— Orane : et apparemment lorsqu'il est consommé il est pas considéré comme cancéreux.

28— P : ok est-ce qu'on n'aurait pas des avis contradictoires ? Au départ vous me disiez tout le monde est concerné par l'impact et finalement on voit des arguments qui ne seraient peut-être pas aussi tranchés que cela.

29— Quentin2 : pour revenir sur le point d'avant aussi on n'a pas prouvé que c'était un produit cancérigène on dit simplement qu'il y a de très fortes probabilités pour qu'il le soit, mais c'est plus une corrélation qu'une relation de cause à effet et il n'y a pas eu de preuve formelle à ce sujet.

30— Jules : quand même selon selon l'OMS qui a basé le glyphosate comme cancérigène probable c'est l'avant dernier pire stade et pour n'importe quel produit qui à ce titre il est quand même censé être interdit et c'est loin d'être même si le nom cancérogène probable fait penser que c'est probable c'est loin d'être probable c'est juste qu'en science on dit jamais euh c'est cancer.

31— Cyrielle : il y a eu des problèmes dans l'expertise l'expertise est pas vraiment juste, car le glyphosate n'est jamais vendu pur alors qu'on a fait des expertises avec du glyphosate

pur et on a déduit des choses avec du glyphosate pur alors qu'on utilise pas du glyphosate pur et on ne tient pas compte du contexte d'exposition.

32— P : c'est-à-dire ?

33— Cyrielle : ben les expériences faites en laboratoire c'est pas d'après le site « le Monde » ça ne... le laboratoire ne représente pas le champ voilà le milieu où ils l'étudient.

34— P : ok très bien... et est-ce que vous avez trouvé des alternatives au glyphosate ?

35— Aurélien : de faire un cycle des cultures la même année ça permettrait de se passer de désherbant et donc de glyphosate.

36-P : ok il y en a qui ont trouvé d'autres possibilités ?

37— Aurélien : oui on achète le glyphosate.

38— P : dernier point ce sont les enjeux sanitaires on en a déjà parlé un petit peu donc c'est la toxicité du glyphosate... que disent les experts ou qu'en pensent finalement les agriculteurs qui l'utilisent ? Et les agriculteurs bio est-ce que c'est un argument aussi pour eux ?

39— Jules : que les risques sur le consommateur y sont...enfin on n'arrive pas trop à les trouver parce que c'est compliqué il y a beaucoup d'incertitudes donc c'est très compliqué à prouver ou à montrer une corrélation entre la consommation de produits qui ont été soumis au glyphosate ou ceux qui n'ont pas de produits qui n'ont pas été traités.

40— P : du coup on a parlé des enjeux économiques environnementaux et sanitaires... est-ce qu'il y a des arguments que vous avez notés et qui n'ont pas été dits ? Ou est-ce qu'il y a un acteur qui a été oublié et vous vous dites ben mince ça je n'en n'ai pas parlé ?

41— Quentin3 : c'est dans le sanitaire il y aurait des hypothèses comme quoi le glyphosate serait enfin donnerait des lésions oculaires graves aux agriculteurs quand ils l'utilisent.

42— Cyrielle : aussi dans le sanitaire c'est dit que ça endommage l'ADN et que c'est un perturbateur endocrinien ce qui n'est pas très bon pour la santé.

43— Aurélien : dans la population sur 50 000 décès on aurait trouvé presque tout le temps des traces de glyphosate dans des test d'urine.

44— P : tout le monde serait impacté c'est ce que tu veux dire finalement ?

45— Raphaël : on a remarqué aussi que certaines plantes qui étaient censées mourir avec l'effet du glyphosate ont développé une certaine résistance envers le produit ce qui fait qu'il est moins efficace que depuis le début de son utilisation commerciale.

46— P : ok très bien...encore d'autres arguments qui n'ont pas été avancés que vous voulez partager avec les autres ?

47— Aurélien : d'après un journal américain le journal « of the natural cancer institut »... ils ont suivi 50 000 travailleurs américains dans l'agriculture et d'après eux ils n'étaient pas plus touchés que ça par le glyphosate par des cancers des choses comme ça.

48— Cyrielle : par rapport au pouvoir législatif le pouvoir législatif il y a plusieurs commissions qui ont été créées pour évaluer les risques du glyphosate et dans l'union européenne il y a des discussions et des pays comme la France sont missionnés pour évaluer les risques du glyphosate.

49— P : d'accord...

50— Jules : pour rebondir aussi sur le problème avec pas mal de commissions c'est qu'il y a une affaire qui s'appelle Monsanto [...] et on a beaucoup d'affaires de corruption c'est pour ça qu'aujourd'hui y a pas mal de flou parce qu'on sait plus qu'elle commission est encore indépendante et ne réfléchit qu'à partir d'elle ou si derrière s'il existe des acteurs financiers qui ont leurs propres intérêts.

51— Cyrielle : d'ailleurs en France on s'étaient engagés dans son interdiction du glyphosate en gros on a abandonné le projet, car ce n'était pas envisageable économiquement.

52— P : bon ceux qui n'ont pas trop parlé est-ce que vous avez d'autres arguments avant que l'on termine cet échange ou est-ce vous avez des questions particulières...des points à aborder ?

53— Lucas : par contre moi j'ai une question... il y a plus de points positifs que de points négatifs et les points négatifs c'est sur euh par exemple les problèmes que ça pose, mais c'est pas justifié c'est pas très clair c'est très vague du coup je me demande pourquoi on l'interdit.