HAUTE
ÉCOLE
PÉDAGOGIQUE
BEJUNE

Raisonnement scientifique à l'école primaire

Analyse comparée de la démarche scientifique et de la pédagogie du projet

Formation primaire

Mémoire de Bachelor de : **Méline Fluri**
Sous la direction de : **Tom Fluri**
Delémont mars 2026

Remerciements

Je souhaite exprimer ma profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire professionnel.

Tout d'abord, je remercie particulièrement mon directeur de mémoire, M. Tom Fluri, pour son soutien tout au long de ce projet. Je suis reconnaissante pour sa disponibilité, ses conseils et son aide dans la recherche de ressources qui ont grandement enrichi et approfondi cette étude.

Je remercie également M. Nicolas Barré pour son encadrement au début de ce projet. Ses remarques m'ont aidée à mieux orienter et à recentrer mon travail.

Je souhaite également remercier les enseignants qui m'ont accueilli dans leur classe, Mme Emilie Ortega à Sorvilier et M, Lucien Kohler. Je les remercie pour leur collaboration, leur disponibilité et pour leur accueil chaleureux. Le travail réalisé avec eux a été fondamental pour mettre en œuvre cette recherche dans un cadre concret.

Enfin, je remercie les élèves des différentes classes pour leur participation, leur engagement et leur implication dans les activités proposées dans les séquences.

Résumé

Ce mémoire examine la relation entre la démarche scientifique et la pédagogie de projet dans le contexte de l'enseignement des sciences. Il se focalise davantage sur le développement du raisonnement scientifique (problématisation, hypothèses), l'esprit critique et l'autonomie chez les élèves. Bien que ces deux approches soient souvent présentées comment complémentaires, elles reposent néanmoins sur des logiques distinctes, notamment dans la manière de construire un problème, de formuler des hypothèses et d'appliquer le raisonnement scientifique.

Une expérimentation a été réalisée à partir d'une séquence sur les propriétés de l'air, mise en œuvre selon les deux dispositifs. L'un est structuré autour de la démarche scientifique, l'autre est organisé sous forme de projet. L'analyse s'appuie sur une grille d'observation permettant d'identifier les manifestations de la problématisation, des hypothèses, de l'esprit critique et de l'autonomie.

Cinq mots-clés

Démarche scientifique
Pédagogie du projet
Autonomie
Esprit critique
Raisonnement scientifique

Liste des tableaux

TABLEAU 1 COMPARAISONS DE LA MÉTHODOLOGIE ENTRE LA DÉMARCHE SCIENTIFIQUE ET LA PÉDAGOGIE DU PROJET 12
TABLEAU 2 COMPARAISON DE LA MISE EN PLACE DE LA DÉMARCHE SCIENTIFIQUE ET DE LA PÉDAGOGIE DU PROJET DANS LA SÉQUENCE 19
TABLEAU 3 RÉSULTATS DE LA GRILLE D'OBSERVATION DE LA DÉMARCHE SCIENTIFIQUE 23
TABLEAU 4 RÉSULTATS DE LA GRILLE D'OBSERVATION DE LA PÉDAGOGIE DU PROJET 24
TABLEAU 5 COMPARAISON GLOBALE DES RÉSULTATS DES 2 MÉTHODES 25
TABLEAU 6 POINT FAIBLES DE LA DÉMARCHE SCIENTIFIQUE
TABLEAU 7 POINTS FORTS DE LA DÉMARCHE SCIENTIFIQUE 27
TABLEAU 8 POINTS FORTS DE LA PÉDAGOGIE DU PROJET 27
TABLEAU 9 POINTS FAIBLES DE LA PÉDAGOGIE DU PROJET 27
TABLEAU 10 COMPARAISON DES RÉSULTATS DES DEUX MÉTHODES 28

Liste des annexes

ANNEXE 1 GRILLE ANALYTIQUE I
ANNEXE 2 GRILLE DE RÉSULTATS DE LA DÉMARCHE SCIENTIFIQUE IV
ANNEXE 3 GRILLE DE RÉSULTATS DE LA PÉDAGOGIE DE PROJET VII
ANNEXE 4 TABLEAU OUTIL IA X

Sommaire

Remerciements ..... **i**
Résumé ..... **ii**
Liste des tableaux ..... **iii**
Liste des annexes ..... **iii**
Sommaire **2**
Introduction **1**
1. Problématique **2**
1.1. Définition et importance de l'objet et du problème de recherche **3**
1.2. État des connaissances théoriques **6**
1.3. Question de recherche et objectifs (ou hypothèses) de recherche **13**
2. Méthodologie **14**
2.1. Fondements méthodologiques **15**
2.2. Nature du corpus **16**
2.3. Méthodes et/ou techniques d'analyse des données **20**
3. Présentation et interprétation des résultats **22**
3.1. Présentation des résultats de la grille en démarche scientifique **22**
3.2. Présentation des résultats de la grille en pédagogie du projet **24**
3.3. Présentation des résultats finaux : comparaison descriptive des deux dispositifs **25**
3.4. Synthèse générale de la présentation des résultats **26**
3.5. Analyse et discussion des résultats **28**
3.6. Réponse à la question de recherche **36**
Conclusion **38**
Références bibliographiques **40**
Annexes **I**

Introduction

Origine du sujet et motivation

L'enseignement des sciences naturelles occupe aujourd'hui une place centrale dans la formation des élèves. Le Plan d'études romand (CIIP, 2010) met en avant l'importance de développer chez les élèves des compétences telles que l'observation, l'expérimentation et l'argumentation, afin de leur permettre de construire progressivement une compréhension du monde qui les entoure. Mon intérêt pour ce domaine s'est développé tout au long de ma formation, mais également grâce aux différentes expériences que j'ai pu vivre lors de mes stages. J'ai eu l'opportunité d'enseigner les sciences naturelles selon diverses modalités, en expérimentant plusieurs méthodes pédagogiques, allant de situations très structurées à des dispositifs plus ouverts, notamment en lien avec la pédagogie du projet. Certaines leçons reposaient sur des supports structurés, définissant donc clairement le déroulement des activités et les exigences envers les élèves. D'autres méthodes offraient davantage de place à l'expérimentation, à la manipulation et à la participation active des élèves au sein d'activités plus libres. Ces différentes expériences ont progressivement attiré mon attention sur la diversité des modalités de l'enseignement des sciences dans les classes primaires. Elles m'ont amenée à constater que les contextes présentés aux élèves peuvent grandement différer dans leur organisation ou dans leur degré d'implication requis.
Cette diversité m'a particulièrement questionnée, car elle interroge la manière dont les élèves s'approprient et s'investissent dans les activités proposées. Ce contexte m'a également encouragée à réfléchir, en tant que future enseignante, aux choix pédagogiques à privilégier pour enseigner les sciences de façon pertinente et en adéquation avec les objectifs du Plan d'étude romand.

Intérêt professionnel et ancrage dans la pratique

Ce mémoire s'inscrit directement dans la pratique enseignante. En effet, les enseignants doivent répondre à une double exigence. Ils doivent transmettre des connaissances scientifiques tout en développant chez leurs élèves des compétences plus larges, comme l'autonomie, la capacité de réflexion. Dans ce cadre, plusieurs approches pédagogiques coexistent. Certaines privilégient une structuration rigoureuse des apprentissages avec un encadrement précis des activités, alors que d'autres cherchent à impliquer davantage les élèves dans des situations actives et porteuses de sens. Parmi ces dispositifs, la pédagogie de projet et la démarche scientifique occupent une place importante, autant dans les prescriptions institutionnelles que dans les pratiques observées dans les classes. Ces deux approches sont généralement associées à une mise en activité concrètes des élèves, mais aussi à une volonté de faire d'eux des acteurs engagés dans leurs apprentissages. Cependant, elles ne reposent pas forcément sur des organisations et des logiques semblables, ce qui peut influencer la manière dont les activités sont vécues par les élèves.
Dans cette optique, il parait pertinent, pour la pratique enseignante, de mieux comprendre ce qui caractérise chacune de ces approches ainsi que les conditions favorables à leur mise en œuvre effective. Cette réflexion s'inscrit donc dans un processus de professionnalisation visant à éclairer mes choix pédagogiques futurs afin de développer une pratique d'enseignement scientifique cohérente, réfléchie et adaptée aux objectifs institutionnels.

1. Problématique

L'enseignement des sciences naturelles à l'école occupe une place centrale dans la formation des élèves, car il ne se limite pas à l'acquisition des connaissances, mais vise à développer une compréhension du monde ainsi qu'un esprit critique et une curiosité. Cette dimension va au-delà de la simple mémorisation des savoirs. Elle engage les élèves dans une posture réflexive et critique vis-à-vis des phénomènes naturels qui les entourent chaque jour. Comme le souligne Astolfi (2008), l'objectif de l'éducation scientifique n'est pas seulement de transmettre des savoirs, mais « d'apprendre aux élèves à raisonner scientifiquement, à problématiser et à vérifier leurs hypothèses » (p.37). Le Plan d'étude romand (CIIP, 2010) reprend cette perspective en soulignant l'importance de la démarche scientifique comme compétence à développer. De ce fait, l'objectif est donc d'aider les élèves à acquérir des stratégies leur permettant de raisonner, d'argumenter et de résoudre des problèmes en mobilisant des méthodes de recherche.
Cependant, la réalité des classes et des enseignements ne correspond pas toujours à cette vision. Dans les pratiques en classe, plusieurs façons d'utiliser la démarche scientifique coexistent. Certaines méthodes offrent un cadre clair et structuré, tandis que d'autres, comme la pédagogie par projet, l'intègrent dans des contextes plus ouverts et situés.

La pédagogie du projet s'inscrit dans une idée constructiviste initiée par Dewey et développée par Kilpatrick au début du 20ème siècle. Dans cette pédagogie, la place de l'élève est mise en avant en lui permettant d'adopter une posture active. Comme le propose Hmelo-Silver (2004), l'apprentissage par projet (Project-Based Learning) « offre aux élèves l'occasion de développer des compétences de résolution de problèmes, d'intégrer des savoirs et de construire des modèles explicatifs » (p.236). Ce rôle lui permet donc de s'impliquer dans la définition des problèmes, la formulation des hypothèses, la recherche d'informations ainsi que dans la réalisation des solutions. Katz et Chard (2006) reprennent cette notion en définissant le projet comme étant le moteur de l'apprentissage. Bordalo et Ginestet (2006) s'alignent sur cette vision et relient les savoirs à une tâche signifiante, contextualisé permettant de donner du sens aux apprentissages scolaires. De ce fait, l'élève devient acteur de son propre processus de construction des savoirs en développant des compétences transversales telles que l'autonomie, la coopération et l'argumentation.

Ces deux approches promettent donc, toutes deux, la mise en activité des élèves, mais selon des logiques et des finalités distinctes. La démarche scientifique repose sur un cadre clair et une progression organisée. Même si elle tend à limiter la participation active des élèves ainsi que leurs initiatives, elle offre toutefois un cadre à l'enseignant, lui permettant de structurer les apprentissages et lui permettant de sécuriser les apprentissages. La pédagogie de projet, quant à elle, semble favoriser l'utilisation de la démarche scientifique comme outil de pensée en se centrant sur les élèves. Cette démarche n'est pas sans crainte. Comme le soulève Tricot (2017), elle représente des défis pratiques, organisationnels, temporels, mais aussi des difficultés liées aux résultats et aux évaluations s'y référant. Jang et al. (2016) mettent aussi en avant des difficultés liées à la gestion de l'autonomie des élèves et au rôle de l'enseignant comme guide.

De plus, des recherches en sciences de l'éducation montrent que ces approches n'ont pas les mêmes effets sur les développements des compétences visées. En reprenant les recherches menées par Xie et al. (2018), il est dit que les pédagogies constructivistes, telles que la pédagogie de projet, favoriseraient la résolution de problèmes complexes. Comme le prescrit Hmelo-Silver (2004) il faut toutefois garder à l'esprit que l'efficacité de cette méthode est fortement liée au guidage de l'enseignant ainsi qu'à la qualité de la conception pédagogique. Le rôle de l'enseignant est donc différent, mais tout autant important.

Ainsi, la problématique se situe dans la comparaison entre deux approches pédagogiques actives, à savoir la démarche scientifique et la pédagogie de projet, qui reposent sur des logiques d'apprentissage distinctes. La démarche scientifique est structurée en étapes qui guident les élèves dans la formulation des questions. La pédagogie du projet promet, quant à elle, un apprentissage actif de la part des élèves, mais exige un investissement important et sa réalisation dans les conditions réelles d'une classe peut être mise en question. Cette différence dans les approches soulève alors une question centrale dans l'enseignement des sciences.
L'enseignement des sciences doit permettre aux élèves d'adopter progressivement une manière de penser fondée sur la problématisation, la formulation d'hypothèses, la vérification et l'argumentation. Même si la démarche scientifique et la pédagogie du projet sont toutes deux actives, elles ne mobilisent pas ces compétences de la même façon. La démarche scientifique repose sur un problème à résoudre, sur des hypothèses à tester mais aussi sur une confrontation avec la réalité. La pédagogie de projet débute essentiellement d'une situation réelle ou d'une production à réaliser. Dans cette méthode, les hypothèses se transforment souvent en choix d'action. Ces distinctions soulèvent la question de la manière dont chaque approche implique véritablement les élèves dans le raisonnement scientifique, le questionnement et dans l'esprit critique.

1.1. Définition et importance de l'objet et du problème de recherche

1.1.1. Raison d'être de l'étude

Le choix de comparer les différentes modalités de mobilisation du raisonnement scientifique, notamment dans la pédagogie du projet ou dans la démarche scientifique, dans l'enseignement des sciences s'explique par la nécessité de concilier deux exigences. D'une part, les programmes scolaires attendent que les élèves acquièrent des savoirs scientifiques précis. D'autre part, le Plan d'étude romand (CIIP, 2010) exige des élèves d'être capable de raisonner, d'analyser des données, de résoudre des problèmes complexes et de développer des capacités transversales telles que l'autonomie, la pensée critique. L'accent est mis sur la démarche scientifique afin d'engager les élèves dans l'observation, l'expérimentation et l'argumentation. Autrement dit, l'élève n'est plus seulement un receveur d'informations, mais un producteur de connaissances.

Comme présenté auparavant, dans la réalité des classes, les approches d'enseignement de la démarche scientifique restent très souvent fortement structurées. Cette démarche, selon Gauthier et Tardif (1996), garantit une certaine homogénéité des résultats attendus, dû à la maitrise du déroulement de la leçon. En ce sens, ce modèle constitue un cadre sécurisant. Toutefois, elle peut réduire la démarche scientifique en une séquence d'étapes imposées. L'élève reproduira donc les éléments sans réellement comprendre n'y en s'appropriant les notions (Giordan, 1999). Ce qui ressort de cela est donc le manque d'autonomie des élèves ainsi que le manque de transfert des savoirs à des situations nouvelles.
A l'inverse, la pédagogie du projet propose une posture active des élèves en les confrontant à des problèmes concrets, nécessitant de mobiliser des savoirs et des compétences transversales pour les résoudre. Dans ce sens, cet enseignement met en avant la nécessité de donner du sens aux apprentissages en les reliant à une action ou une production authentique. De ce fait, cette méthode correspond aux visées du Plan d'étude romand et à l'idée de former par la recherche.

La pédagogie du projet ne constitue pas pour autant une solution évidente. Sa mise en œuvre reste complexe. Comme le soulignent Helle et al. (2007), la pédagogie du projet requiert des conditions d'enseignement particulières pour être efficace. Dans le cas où il n'y a pas de guidage clair et des objectifs bien définis, les projets risquent de se transformer en activités

superficielles qui ne garantissent pas d'apprentissages. De plus, comme le dit Clark (2006), les difficultés liées à l'évaluation et à l'hétérogénéité des résultats constituent un frein important.
Ce contraste justifie pleinement l'intérêt de cette étude. Les travaux de Loyens et al. (2008) montrent que les pédagogies de projet favorisent le développement de l'autonomie, cela seulement si elles sont accompagnées d'un soutien de la part de l'enseignant. De même, Hmelo- Silver (2004) insiste sur l'importance du « scaffolding », c'est-à-dire du guidage qui permet aux élèves de progresser. Tout cela indique que la question ne se limite pas à choisir entre les différentes méthodes, mais qu'il s'agit de comprendre comment chacune impacte de manière distincte l'acquisition des connaissances scientifiques et le raisonnement des élèves. Comparer ces deux approches permet de comprendre comment elles contribuent ou non à l'appropriation des compétences scientifiques attendues par le Plan d'étude romand. Dans les classes, la démarche scientifique est parfois présentée de manière simplifiée en étape, et la pédagogie du projet est employée sans toujours viser explicitement le raisonnement scientifique. Ces écarts entre les intentions et les pratiques justifient une analyse approfondie. Ainsi, cette étude a pour objectif d'analyse de quelle manière la démarche scientifique et la pédagogie par projet influencent la mobilisation du raisonnement scientifique ainsi que l'autonomie des élèves.

1.1.2. Présentation du problème

Le problème de recherche se situe donc dans la comparaison entre deux conceptions de l'enseignement des sciences, qui impliquent des visions différentes du rôle de l'élève, de l'enseignant et de la démarche scientifique. Ces conceptions ne sont pas simplement des choix différents de méthodologies. Elles sont des conceptions divergentes de l'apprentissage et des savoirs scientifiques.

Comme le présentent Gauthier et Tardif (1996), dans certaines formes d'enseignement structurée, la démarche scientifique peut être représentée comme une succession d'étapes à suivre et donc perçue comme une vision hiérarchique du savoir. L'enseignant transmet un contenu structuré alors que l'élève le reçoit, l'assimile et le restitue. Dans ces approches, le savoir scientifique est considéré comme un corpus de vérités établies à transmettre, sans devoir émettre d'hypothèse et sans devoir le tester. De ce fait, cela se traduit souvent par des cours linéaires où l'enseignant expose les étapes, les démarches à suivre, les élèves reproduisent et confirment quelque chose de déjà connu. Dans ce cadre, la démarche scientifique, souvent représentée par le modèle OHERIC (Giordan, 1999), se réduit à un protocole. Ce modèle présente toutefois des avantages. Il permet de transmettre rapidement des savoirs de base. Il assure une homogénéité des apprentissages, car la leçon est prédéfinie. Les travaux de Xie et al. (2018) montrent que dans certaines disciplines, telles que les mathématiques, cette approche est efficace pour l'acquisition des compétences procédurales. De ce fait, cette pédagogie répond aux attentes institutionnelles de couverture du programme.
Cependant, cette organisation peut, dans certains cas, limiter certaines formes d'autonomie des élèves. Lorsque la démarche est peu didactisée, les élèves peuvent être amenés à reproduire des démarches sans comprendre d'où elles viennent, ni leurs sens. Dans ce contexte-là, la démarche scientifique devient une démonstration magistrale, menée par l'enseignant. Ainsi, Giordan et De Vecchi (1996) soulignent que la capacité à mobiliser la démarche dans des situations nouvelles ainsi que raisonner et argumenter reste limitée.

Dewey (1938) et Kilpatrick (1918) mettent en avant la pédagogie du projet en la reliant à une conception constructiviste de l'apprentissage. Ils considèrent que le savoir se construit par l'action et l'expérience dans des situations concrètes. Cette fois-ci, l'élève est placé face à un défi, un problème à résoudre. Pour ce faire, l'élève doit mobiliser des ressources variées,

confronter ses représentations initiales, émettre des hypothèses, mais surtout expérimenter et argumenter ses choix. Hmelo-Silver (2004) explique que « les apprenants engagés dans la pédagogie de projet développent des stratégies de résolution de problèmes qui vont au-delà de la simple application de règles » (p.242). L'enseignant n'intervient que dans un rôle de médiateur, de guide sans imposer une solution unique, comme le définissent Katz et Chard (2006). De ce fait, la pédagogie du projet répond aux exigences du Plan d'étude romand en développant à la fois la compréhension conceptuelle et la capacité à résoudre des problèmes scientifiques.
Des travaux tels que ceux de Krajcik et Meritt (2012) mettent en avant des effets positifs de cette approche. Il y est présenté que la pédagogie du projet favorise la construction et la révision des modèles scientifiques. Cela est possible, car les élèves doivent confronter leurs hypothèses à l'expérimentation et ajuster leur raisonnement. De plus, Loyens et al. (2008) soulignent que cette méthode aide au développement de l'apprentissage autodirigé, la capacité à définir ses propres objectifs et stratégie d'apprentissage. L'autonomie est ici au cœur du problème. Deci et Ryan (2000) rappellent que l'autonomie ne signifie pas l'absence du guidage, mais la possibilité pour l'élève de s'approprier activement son apprentissage. Reeve (2016) complète en affirmant qu'« un apprentissage efficace combine soutien à l'autonomie, feedback constructif et structuration des tâches » (p.153).
Toutefois, cette pédagogie présente des limites. Sa mise en œuvre est exigeante et elle demande une planification rigoureuse. Comme le soulignent Helle et al. (2007), les projets peuvent échouer à produire des apprentissages disciplinaires si les objectifs ne sont pas clairement définis ou si le guidage est insuffisant. Le risque est donc que les élèves produisent des résultats centrés sur l'activité et non sur l'apprentissage en lui-même. Au contraire des approches fortement structurées, l'hétérogénéité des résultats, des productions peuvent entrainer des difficultés quant à l'évaluation.

La différence entre les deux modèles se situent à plusieurs niveaux. Tout d'abord, la vision du savoir et de son institutionnalisation est différente. D'un côté, il s'agit d'un corpus bien structuré à transmettre. De l'autre côté, les connaissances sont à construire, à expérimenter. Cela a donc un impact sur le rôle de l'élève. En premier lieu, l'élève est récepteur des informations, il assimile les notions. Mais ce rôle n'est pas le même dans la pédagogie du projet. Il est attendu que l'élève soit acteur de ses apprentissages. Le statut de la démarche scientifique varie entre un protocole et un outil de pensée afin de résoudre des problèmes.
Les deux approches mobilisent des formes de recherche, mais selon des logiques distinctes. En démarche scientifique, le problème est un obstacle intellectuel qui crée un besoin de comprendre. En pédagogie du projet, il est souvent lié à une situation ou à une production qui donne sens à l'activité. Les hypothèses n'ont pas la même fonction non plus : rigoureuses et réfutables dans un cas, elles deviennent parfois des stratégies d'action dans l'autre. Ces différences peuvent conduire à des formes de raisonnement et de critique très différentes.
Ces différences révèlent donc une contradiction au niveau des attentes institutionnelles. Il est attendu de couvrir un programme tout en favorisant l'esprit critique et l'autonomie dans la recherche et résolution et de problèmes. En résumé, le problème qui guide cette recherche n'est pas de savoir quelle approche est la meilleure en soi, mais de comprendre en quoi elles diffèrent et quel sont les impacts.

1.1.3. Intérêt de l'objet de recherche

L'intérêt de cette étude comparative entre la pédagogie du projet et la démarche scientifique se situe à plusieurs niveaux.

Intérêt scientifique :
Sur le plan scientifique, cette recherche tente de contribuer à enrichir la réflexion sur les effets des approches pédagogiques dans l'enseignement des sciences. De nombreux travaux, tels

que ceux de Johnson et al. (2022) ou Krajcik et Merritt (2012), mettent en évidence les apports de la pédagogie du projet en termes de motivation, d'autonomie ou de résolution de problème. D'autres insistent sur les atouts de dispositifs plus structurés tels que l'acquisition rapide et structures des savoirs.
Cependant, peu d'études mettent en comparaison ces deux approches en lien direct avec la démarche scientifique, demandé par le Plan d'étude romand. Toutefois, cette démarche est aujourd'hui un enjeu central de l'enseignement des sciences. C'est un objet d'enseignement, mais aussi un moyen de développer des compétences transversales comme l'esprit critique et la capacité d'argumentation.
Ce mémoire vise donc à analyser de quelle manière la pédagogie du projet et la démarche scientifique influencent respectivement l'acquisition des notions scientifiques et la capacité à résoudre un problème scientifique. Il aura comme objectif de comprendre comment ces approches façonnent les apprentissages et la posture des élèves face à la science.

Intérêt pédagogique :
Une question issue de cette recherche tourne autour de la notion d'enseignement efficace permettant de développer l'autonomie des élèves, mais également leur capacité de raisonnement.
La démarche scientifique apparait en premier lieu comme la solution privilégiée par sa planification assurant un déroulement maitrisé et une certaine homogénéité dans les productions des élèves. Toutefois, selon Giordan et De Vecchi (1996) un risque perdure, celui de réduire les apprentissages à des savoirs scolaires et décontextualisés et non transférables.
La pédagogie du projet propose de placer les élèves dans un projet, plus en phase avec les pratiques scientifique réelles. Cela favorise l'engagement, la coopération, mais comme présentée, elle se révèle être exigeante.
Comparer ces deux approches permet d'émettre des repères clairs en fonction des objectifs et des conditions matérielles. Il ne s'agit pas de définir un modèle supérieur à l'autre, mais d'identifier les forces et les limites de chacun.

Intérêt éducatif :
A la suite de ces deux dimensions, cette recherche présente un intérêt éducatif. Selon Perrenoud (1997), la capacité à raisonner, à émettre des hypothèses à partir d'un fait, à argumenter et à résoudre des problèmes devient une compétence citoyenne essentielle. Former des élèves à mobiliser la démarche scientifique ne revient pas seulement à leur apprendre des connaissances scientifiques. Mais c'est aussi les préparer à choisir une posture critique et réflexive sur le monde. L'école a donc la responsabilité de ne pas limiter son enseignement à une transmission de savoirs figés, mais d'engager les élèves dans une activité intellectuelle où ils apprennent à chercher, douter, tester et à justifier. En ce sens, l'étude comparative tente de comprendre quels effets ont ces deux méthodologies sur cette formation intellectuelle.

1.2. État des connaissances théoriques

L'enseignement des sciences naturelles à l'école vise à transmettre des connaissances, mais surtout à développer chez les élèves une manière de penser fondée sur l'investigation, l'analyse, le raisonnement et l'esprit critique. Le Plan d'étude romand rappelle qu'apprendre les sciences implique d'observer, questionner, formuler des hypothèses, expérimenter et argumenter. Ces actions renvoient à une démarche scientifique authentique, bien plus riche qu'un simple protocole. Les recherches en didactique montrent que différentes approches pédagogiques mobilisent ces compétences, notamment la démarche scientifique et la pédagogie du projet, qui appartiennent toutes deux aux pédagogies actives, mais s'appuient

sur des conceptions différentes du problème, de l'hypothèse, du rôle de l'enseignant et de l'implication de l'élève.

1.2.1. La démarche scientifique

Aujourd'hui, la démarche scientifique constitue l'un des piliers essentiels de l'enseignement des sciences, et cela dans les programmes scolaires et dans les recherches en didactique. Elle regroupe l'ensemble des processus méthodologiques et intellectuels. Elle permet donc d'analyser et de comprendre un phénomène, de formuler des hypothèses, de concevoir des expériences et aussi d'interpréter des résultats. La démarche scientifique s'avère donc être une posture de pensée qui engage les élèves dans une activité de recherche et non pas une simple succession de gestes techniques. Elle a comme objectif d'amener les élèves à raisonner scientifiquement, à construire des problèmes, à émettre des hypothèses, à confronter leurs idées avec la réalité et à interpréter leurs observations.

Au-delà de son rôle méthodologique, la démarche scientifique vise aussi la formation d'un véritable esprit scientifique. Plusieurs auteurs insistent sur cette finalité. Rostand (1958) met en avant le jugement libre et l'aptitude à questionner. Victor Host (1990) souligne la curiosité et l'exigence de preuves vérifiables. De ce point de vue, l'école n'a pas seulement pour mission d'apprendre aux élèves à expérimenter, mais aussi de leur transmettre une manière de penser qui rassemble rigueur, esprit critique et ouverture à l'inconnu. Dans cette perspective et selon différents travaux (Giordan, 1999 ; Host, 1990 ; Orange, 1997) elle est présentée comme une posture intellectuelle qui implique curiosité, rigueur, doute et recherche de preuves.
Dans le contexte scolaire, cette démarche est considérée comme un objectif fondamental. Selon le plan d'étude romand (CIIP, 2010) elle est définie comme une compétence transversale destinée à former et à encourager le raisonnement, l'argumentation ainsi que la résolution de problèmes scientifiques. C'est à la fois un contenu d'enseignement et un moyen de développer des compétences transversales telles que la pensée critique, la méthodologie et l'autonomie.
Cependant, la démarche scientifique demeure un concept complexe, souvent réduit à une vision linéaire qui ne reflète ni la réalité de la pratique scientifique ni les besoins éducatifs actuels.

Dans les écoles, cette simplification se manifeste souvent par l'utilisation de modèles comme OHERIC, qui propose une progression linéaire allant de l'observation à la conclusion. Bien que ce modèle facilite la planification et offre des repères aux élèves, il tend à réduire la démarche scientifique à une suite d'étapes à suivre, parfois déconnecté d'un véritable questionnement. C'est pour cette raison que des modèles qui se rapprochent plus du fonctionnement réel du raisonnement scientifique, comme DiPHTeRIC, soulignent l'importance de commencer par un problème, de multiplier les allers-retours, de faire émerger les représentations initiales et de considérer l'erreur comme une ressource essentielle pour apprendre.
La démarche scientifique présente ainsi une double dimension. La dimension cognitive, puisqu'elle sollicite le raisonnement, l'interprétation et la mise en relation, et la dimension sociale, car elle s'appuie sur le débat, l'argumentation, la justification et la confrontation des points de vue. Elle constitue un cadre structurant pour engager les élèves dans une activité de recherche scolaire.

1.2.11 Le modèle OHERIC

Dans les classes, la démarche scientifique est souvent représentée par le modèle dit OHERIC : observation-hypothèses-expérience-résultats-interprétation-conclusion. Cette représentation

se repose sur une suite d'étapes qui donnerait un cadre universel à la pratique scientifique. Ce modèle est perçu comme simple et facilement mémorisable et donc facilement transmissible. Il offre un repère structuré qui permet de planifier des séquences pédagogiques et de donner l'impression d'une démarche claire et reproductible. Dans ce sens, certains enseignants s'appuient sur cette structure pour organiser leurs cours.
Cependant, plusieurs chercheurs en didactique des sciences, notamment Giordan (1999), ont souligné les limites de ce modèle. Il propose une structuration séquentielle qui simplifie la complexité des pratiques scientifiques réelles. Dans la pratique, les démarches scientifiques s'ajustent en fonction des résultats obtenus et des questions qui émergent. La science apparait donc comme une activité marquée par l'incertitude et le tâtonnement.
De plus, l'usage scolaire du modèle OHERIC pousse à transformer la démarche scientifique en procédure prédéfinie plutôt qu'en véritable activité intellectuelle. Il est demandé aux élèves de remplir des cases, souvent avec des réponses attendues, plutôt que de chercher réellement par eux-mêmes. Cela préoccupe Giordan et De Vecchi (1996) quant à la vision de la science scolaire. Ils expriment le fait que cette science risque de devenir une science de réponses justes, où il faut confirmer ce que l'enseignant ou le manuel a déjà annoncé. À la suite de cela, les élèves ne se confrontent plus à l'incertitude et aux questionnements.

1.2.12. Le modèle DiPHTeRIC

Face aux limites du modèle OHERIC, plusieurs chercheurs ont proposé des conceptions différentes de la démarche scientifique, plus proche de la réalité et plus adapté au contexte éducatif. Le modèle DiPHTeRIC est défendu par Cariou (2017) comme étant une avancée notable.
Ce modèle met l'accent sur la définition du problème comme point de départ. Plutôt que de commencer par une simple observation, il s'agit maintenant de partir d'une question, qui fait sens pour l'élève. Cette entrée par le problème est essentielle, car elle permet l'engagement cognitif et la motivation. De plus, ce modèle insiste sur les allers-retours possibles entre les étapes. L'élève peut ainsi revenir sur ses hypothèses, reformuler son problème ou ajuster ses tests en fonction des résultats obtenus. De Vecchi et Carmona-Magnaldi (2002) ajoutent que la résolution de problème contribue à l'apprentissage parce qu'elle « oblige les élèves à expliciter leurs représentations initiales, à les confronter et à les transformer » (p.61). Ainsi, les erreurs ne sont pas des échecs, mais des étapes dans la construction du savoir. Cette flexibilité reflète davantage la logique de la recherche scientifique.
Ces nouvelles approches de la démarche scientifique, soutenu par Perrenoud (1997), ne cherchent donc pas à imposer un schéma, mais elle cherche à développer, chez les élèves, des compétences de pensée scientifique, telles que la capacité à problématiser, expérimenter, interpréter des résultats.
Cariou (2007), quant à lui, propose de définir la démarche scientifique comme un équilibre entre trois axes. En premier, l'axe créatif valorisant l'imagination. Ce premier point permet d'émettre de nouvelles hypothèses ou de formuler des dispositifs expérimentaux. En deuxième, nous retrouvons l'axe rationnel. Celui-ci fait lien avec la logique et l'objectivité utiles pour comprendre les preuves. En dernier, l'axe critique. Ce dernier pousse l'élève à émettre des doutes, à questionner les résultats.

1.2.13 La démarche scientifique : un outil cognitif et social :

La démarche scientifique ne peut pas être définie uniquement comme une activité individuelle et technique. Elle nécessite une dimension sociale. Clark (2006), a montré l'importance de l'argumentation et du débat scientifique dans la construction des savoirs. Lorsque les élèves confrontent leurs hypothèses, ils doivent justifier leur choix. Ils développent donc leur compréhension scientifique, mais aussi leurs compétences langagières et sociales.

Dans ce contexte, il ne faut pas négliger le rôle de l'enseignant. Celui-ci ne se contente pas de transmettre une méthode, il doit aussi créer les conditions permettant aux élèves de s'approprier la démarche scientifique comme un outil cognitif. Pour cela, il peut être mis en place des écrits scientifiques scolaires tels que des cahiers de sciences, des schémas ou des bilans d'expérience afin de conserver une trace de leur démarche. Cela leur permet de réfléchir sur leurs propres pratiques. Cette approche rejoint l'idée du socioconstructivisme. L'apprentissage de la science se fait par la confrontation des points de vue et par la co-construction des connaissances. La démarche scientifique n'est donc pas seulement une méthode scientifique, mais aussi un moyen de favoriser l'argumentation, le débat est la prise de décision fondée sur des preuves.
Pour finir, la démarche scientifique ne doit pas être pensée uniquement comme étant une procédure méthodologique. Il est essentiel de voir cela comme une expérience intellectuelle, source de plaisir cognitif. Astolfi (2008) insiste sur cette nécessité en nommant cela comme « la saveur des savoirs ». Lors de démarche scientifique, les élèves doivent rencontrer de l'étonnement, de la curiosité, mais aussi le goût d'apprendre et de comprendre.

1.2.2. Autonomie

La notion d'autonomie occupe aujourd'hui une place centrale dans les discours éducatifs. Elle se retrouve dans les programmes officiels, dans les recommandations pédagogiques et dans les recherches en sciences de l'éducation. Elle figure explicitement comme une finalité éducative dans le Plan d'étude romand (CIIP, 2010). L'école doit former des élèves capables de prendre des initiatives, de s'organiser et de construire leurs savoirs de manière active. Cependant, derrière cette évidence, se cache une importante diversité d'interprétation de sens qui suscite des débats. L'autonomie est parfois perçue comme une capacité individuelle à travailler seul, parfois comme une compétence sociale et citoyenne.
Dans le cadre de cette recherche, l'autonomie est envisagée ainsi : la capacité des élèves à s'engager et à résoudre des problèmes. Il ne s'agit donc pas seulement d'une indépendance formelle, mais elle repose sur la capacité d'agir, de penser et d'apprendre par soi-même, tout en interagissant avec autrui.

1.2.31 Approches philosophiques et sociologique de l'autonomie :

La racine philosophique du concept remonte à Kant, qui définit l'autonomie comme la capacité à se donner soi-même sa propre loi. Il s'agit donc de la capacité à penser et à agir selon sa raison, indépendamment des influences extérieures. Dans une perspective plus contemporaine, Foray (2017) associe cette notion au fait d'être capable de juger par soi-même.
Sur le plan sociologique, Lahire (2001) distingue deux dimensions. En premier, une autonomie politique, qui correspond à un citoyen étant apte à participer à la vie collective et à prendre part aux décisions. En deuxième, une autonomie cognitive, qui concerne la compréhension des tâches et l'appropriation des savoirs scolaires. Cette double dimension met en avant l'ambivalence du terme. Il ne s'agit donc pas d'apprendre seul, mais aussi de devenir un acteur réflexif et responsable.

1.2.32 L'autonomie comme co-construction

Dans une perspective vygotskyienne, l'autonomie ne se développe pas en étant tout seul, mais il faut des interactions sociales. Raab (2014) définit l'autonomie scolaire comme la capacité d'un élève, ou d'un groupe, à mener une activité productive au service d'une activité constructive en dehors de la présence de l'enseignant. Cette définition met en avant deux points essentiels. Tout d'abord, l'autonomie est à la fois individuelle et collective. C'est-à-dire qu'elle peut concerner un élève travaillant seul, mais aussi un groupe coopérant pour atteindre

un objectif. L'autonomie s'inscrit aussi dans un processus d'étayage progressif. L'élève développe son autonomie en étant d'abord guidé par l'enseignant ou ses pairs avant de pouvoir agir seul (zone proximale de développement (Vygotsky, 1978)). De ce fait, l'autonomie se construit graduellement à travers des expériences d'apprentissage et des dispositifs pédagogiques favorisant la participation active.

1.2.33 Autonomie et motivation

La psychologie de l'éducation a mis en relation l'autonomie et la motivation, en particulier à travers la théorie de l'autodétermination (Deci & Ryan, 2000). Selon cette approche, trois besoins fondamentaux soutiennent la motivation. Il s'agit du besoin d'autonomie, le besoin de compétences et le besoin de relation. Lorsque ses besoins sont satisfaits, l'élève développe une motivation intrinsèque, c'est-à-dire un intérêt et un engagement actif. Lorsque l'autonomie est restreinte, la motivation devient extrinsèque et donc guidée par la recherche de récompense ou la peur de sanction.
De plus, Jang et al. (2016) montrent que lorsque l'enseignant soutient l'autonomie (donner du choix, encourager l'initiative, etc.) cela favorise l'engagement et la persévérance. Cela indique donc que l'autonomie ne se construit pas seule, mais qu'elle se construit par des environnements pédagogiques soutenants.

1.2.34 L'autonomie en didactique des sciences :

Dans l'enseignement des sciences, la notion d'autonomie est souvent représentée comme travailler seul. Mais des chercheurs comme Boilevin (2013) ou Bécu-Robinault (2017) s'accordent pour une définition plus riche en intégrant des dimensions cognitives (raisonner par soi, émettre des hypothèses), métacognitives (s'auto-évaluer, planifier ses démarches) et affectives (gérer ses émotions face à l'incertitude). De ce fait, l'autonomie en sciences ne consiste pas à exécuter des expériences en l'absence de l'enseignant, mais apprendre en charge la démarche scientifique.
Cette conception rejoint les travaux de Loyens et al. (2008), qui distinguent la capacité à prendre en charge ses apprentissages (Self-Directed Learning) et la capacité à planifier et ajuster ses stratégies (Self-Regulated Learning).

1.2.3. Pédagogie du projet

1.2.31 Origine et ancrage

La pédagogie du projet est souvent perçue comme une alternative au modèle transmissif classique. Son objectif est de placer l'élève au centre du processus d'apprentissage et non plus comme un simple récepteur de savoir. Il devient acteur de leur construction, engagé dans des activités qui font sens pour lui. Ces racines remontent aux travaux de Dewey (1938), pédagogue et philosophe qui, dès le début du 20e siècle affirmait que l'école devait être un lieu de vie et d'expérience et non un simple réceptacle de connaissances. Pour lui, l'expérience est la matière première de l'éducation et des apprentissages. Ce principe de Learning by doing met en avant l'importance du lien entre expériences, réflexion et construction des savoirs. Dans le prolongement de cette pensée, Kilpatrick (1918) a conceptualisé ce qu'il a appelé le Projet Method. Selon lui, le projet doit être compris comme une action, une activité volontaire et orientée vers un but significatif pour l'élève. La problématisation d'un projet est un enjeu essentiel. Comme le souligne Boutinet (1990), pour qu'un projet existe, il faut qu'il réponde à un problème entre une situation de départ et un but à atteindre. Ce projet doit aussi mobiliser la volonté de l'élève, ses intérêts et sa créativité. Kilpatrick (1918) insiste sur le fait que l'élève doit apprendre en agissant, en expérimentant et en planifiant des tâches concrètes, c'est-à-dire s'inscrire dans des situations de vie authentique.

Comme le rappellent Bordalo et Ginestet (2006), la pédagogie du projet est une réponse à deux questions fondamentales que se posent les élèves : pourquoi apprend-on cela et quel est le lien entre ce savoir et la vie réelle ? Ces recherches mettent en avant la dimension signifiante du projet, qui engage les élèves dans une activité orientée vers un but. Cette pédagogie ne se limite pas à satisfaire une exigence scolaire. La pédagogie du projet permet de relier les savoirs scolaires au monde vécu et donc de mettre en avant l'utilité des apprentissages tout en renforçant la motivation des élèves.

1.2.32 Apports pédagogiques :

Actuellement, la pédagogie du projet est souvent désignée sous le terme de Project-Bases Learning. Thomas (2000) souligne l'intérêt suscité par cette approche, tout en constatant le manque d'évaluation scientifique concernant son efficacité. Toutefois, la plupart des études s'accordent pour mettre en avant une forte motivation des élèves, un engagement coopératif accru et une perception des apprentissages plus engageante. Helle et al. (2007) confirment ses observations. Selon eux, les étudiants engagés dans des projets renforcent certaines compétences d'engagement et de régulation des apprentissages. Ces observations rejoignent les conclusions de la théorie de l'autodétermination (Deci & Ryan, 2000), selon laquelle l'autonomie et les relations sont des besoins psychologiques. Lorsque ces besoins sont soutenus, cela favorise une motivation intrinsèque durable.
De plus, Charlot (1997) souligne que chaque apprentissage est une relation à soi, aux autres et aux savoirs. En réalisant un projet, l'élève devient un sujet capable d'agir et de produire. De ce fait, la pédagogie de projet est non seulement un levier de motivation, mais aussi une construction de l'identité d'apprenant.

1.2.33 Limite et critiques

Cependant, la pédagogie du projet n'est pas sans limite. Elle demande une gestion du temps et des ressources particulièrement exigeantes. L'hétérogénéité des productions ainsi que la mise en place de l'évaluation des apprentissages posent également un problème. Bousadra et Hasni (2012) montrent que les projets scolaires valorisent surtout l'autonomie et la mobilisation des savoirs existants, mais conduisent rarement à la construction de savoirs nouveaux. Le projet peut alors se réduire à une activité motivante mais pauvre du point de vue conceptuel. Les hypothèses, par exemple, peuvent rester des propositions d'action et ne pas devenir de véritables hypothèses explicatives. Les élèves peuvent se concentrer sur le produit plutôt que sur l'investigation.
Ce modèle favorise donc le développement de compétences transversales, mais certains constats montrent que les acquis théoriques peuvent être moins solides. Cela fait donc réfléchir sur la place de l'enseignant dans cette pédagogie. Il ne s'agit pas de se retirer complètement, mais d'accompagner, de questionner et de structurer les démarches des élèves afin que la réalisation finale mette en avant la construction progressive des savoirs. Sans accompagnement précis, les projets risquent de générer beaucoup d'action, mais peu d'apprentissages conceptuels. Pour éviter ces dérives, la pédagogie du projet doit intégrer un étayage rigoureux permettant aux élèves de revenir au sens scientifique de l'activité.

Tableau 1 Comparaisons de la méthodologie entre la démarche scientifique et la pédagogie du projet

Dimensions d'analyse	Démarche scientifique (DS)	Pédagogie du projet (PP)	Analyse des tensions et enjeux didactiques
Nature du problème	Le problème est construit comme un obstacle cognitif nécessitant une explication (Fabre & Orange, 1997). Il vise à susciter un besoin de comprendre.	Le problème émerge d'une situation concrète ou d'une production à réaliser (Dewey, 1938 ; Kilpatrick, 1918). Il vise à donner du sens à l'activité.	Le problème ne joue pas le même rôle : En DS, il structure le raisonnement scientifique ; En PP, il oriente l'action. Il existe un risque que le problème ne génère pas une véritable problématisation scientifique en PP.
Fonction des hypothèses	Les hypothèses sont explicatives ou prédictives et doivent être testées et réfutées (Host, 1990).	Les hypothèses prennent souvent la forme de propositions d'action ou de solutions possibles pour faire avancer le projet.	Les hypothèses changent de statut : elles peuvent perdre leur fonction scientifique pour devenir des choix pragmatiques, ce qui peut restreindre le raisonnement scientifique.
Type de raisonnement mobilisé	Raisonnement scientifique centré sur la validation, la preuve et l'interprétation (Astolfi, 2008 ; Giordan, 1999).	Raisonnement axé vers la résolution concrète et la production d'un résultat final.	Le raisonnement peut évoluer d'une logique explicative à une logique opératoire, ce qui peut modifier la nature des apprentissages.
Rapport à la démarche scientifique	La démarche scientifique est centrale et explicite, elle structure l'activité d'apprentissage (CIIP, 2010).	La démarche scientifique est mobilisée de manière plus implicite et intégrée au projet.	Il existe un risque de dilution de la démarche scientifique dans l'activité globale du projet si elle n'est pas explicitement travaillée.
Autonomie des élèves	Autonomie encadrée et progressive, soutenue par un guidage de l'enseignant	Autonomie plus large, organisationnelle et décisionnelle, liée à la gestion du projet.	Une autonomie trop ouverte peut entraîner une perte de structuration cognitive, notamment dans les

	(Vygotsky, 1978 ; Perrenoud, 1997).		apprentissages scientifiques.
Esprit critique	Se développe dans la validation des résultats, la confrontation au réel et l'argumentation scientifique (Astolfi,1997).	Se développe dans les choix, les décisions et les ajustements du projet.	L'esprit critique ne porte pas sur les mêmes objets : en DS il est scientifique, en PP il est davantage pragmatique.
Rapport au savoir	Le savoir se construit, se valide et s'interprète à travers la démarche scientifique.	Le savoir est utilisé comme une ressource pour agir et produire.	Le risque réside dans le fait de mobiliser des savoirs sans les ne reconstruire ni les comprendre en profondeur.
Rôle de l'enseignant	Guide du raisonnement scientifique, il organise, interroge et accompagne la construction des savoirs (Astolfi, 2008 ; Giordan, 1999).	Accompagnateur du projet, il favorise l'organisation, la motivation ainsi que les démarches des élèves.	La difficulté réside dans le maintien d'un guidage scientifique rigoureux dans un contexte de projet plus ouvert.
Finalité de l'activité	Comprendre, expliquer et valider des phénomènes scientifiques.	Réaliser une production ou résoudre une situation concrète.	Les finalités différentes peuvent entraîner un décalage entre activité et apprentissage scientifique.

1.3. Question de recherche et objectifs (ou hypothèses) de recherche

1.3.1. Identification de la question de recherche

Au début de cette recherche, je me suis interrogée sur l'impact de la manipulation et de l'expérimentation sur les apprentissages des élèves en sciences naturelles. Cette réflexion m'a amenée à ma première question :
Quels effets l'apprentissage par investigation a-t-il sur la capacité des élèves à argumenter et à résoudre des problèmes en sciences ?
Cependant, cette question, trop ouverte et principalement orientée vers l'observation, ne permet pas de mettre en place une véritable problématique expérimentale. Cette question a été recentrée vers une approche plus concrète et applicable en classe. C'est ainsi que j'ai orienté mon travail vers l'étude de deux approches pédagogiques, la démarche scientifique et la pédagogie de projet. Ces deux approches permettent de mettre en action les élèves. Mais ces deux enseignements fonctionnent différemment. D'un côté, la méthode scientifique offre

une organisation du raisonnement en plusieurs étapes. D'un autre côté, la pédagogie de projet utilise la démarche scientifique comme un outil plus ouvert, centré sur la résolution de problème. À partir de cette réflexion découle la question de recherche.
En quoi la démarche scientifique et la pédagogie du projet diffèrent-elles dans leur manière de mobiliser les outils du raisonnement scientifique ; problématisation, hypothèses et esprit critique chez les élèves ?
Cette question articule deux éléments essentiels du Plan d'étude Romand, la construction des savoirs disciplinaires et la maitrise de la démarche scientifique. De plus, une compétence transversale vient s'ajouter, le développement de l'autonomie.

1.3.2. Objectifs (ou hypothèses) de recherche

Afin de répondre à la problématique, cette recherche comporte différents objectifs. Tout d'abord, cette recherche permet d'analyser la mise en œuvre de la démarche scientifique dans les deux approches. Cette étude vise à analyser comment chaque approche construit le problème, à examiner la place des hypothèses dans chacune d'elles, à identifier les manifestations de l'esprit critique, et à comparer les types de raisonnement mobilisés par les élèves selon l'approche utilisée.
Dans cette continuité, il s'agira aussi de comparer et d'identifier les types d'activités qui favorisent l'appropriation de la démarche scientifique. L'analyse portera sur la capacité de ces activités à dépasser la simple exécution de consignes pour permettre une compréhension et une intériorisation de la démarche scientifique.
Un troisième objectif est de comparer les constructions scientifiques faites par les élèves au sein des deux approches. La question centrale est donc de savoir si ces constructions scientifiques sont de même nature ou différentes selon le modèle. De ce fait, la recherche se questionnera aussi sur les divergences de processus d'apprentissage.
Pour finir, le dernier objectif est d'évaluer l'impact de ces deux approches sur l'autonomie et la capacité de résolution de problèmes des élèves. Cette dimension est essentielle, car elle aide à déterminer comment chaque modèle favorise ou entrave l'acquisition de compétences transversales.

2. Méthodologie

L'objectif de cette méthodologie est de rendre compte de manière exhaustive du dispositif conçu pour répondre à la problématique suivante :
En quoi la démarche scientifique et la pédagogie du projet diffèrent-elles dans leur manière de mobiliser les outils du raisonnement scientifique ; problématisation, hypothèses et esprit critique chez les élèves ?

Pour étudier ces processus d'apprentissage, qui dépendent fortement de ce qui se passe à l'intérieur de la salle de classe, ce chapitre est structuré autour de trois axes principaux.
Cette méthodologie présente tout d'abord les bases méthodologiques de la recherche. De ce fait, les thèmes des choix théoriques, de la posture adoptée seront décrits. Elle expose ensuite la nature du corpus collecté, en décrivant les caractéristiques du terrain, l'organisation du dispositif et les instruments de collecte de données. Pour finir, elle détaille les méthodes et techniques d'analyse pour interpréter de manière approfondie les informations recueillies.

2.1. Fondements méthodologiques

2.1.1. Type de recherche et démarche générale

Cette recherche s'inscrit dans une approche qualitative, un choix qui correspond à la nature des phénomènes étudiés. Les questions liées à la problématisation, à la formulation d'hypothèses, à l'esprit critique ou encore à l'autonomie cognitive demandent une compréhension fine, contextualisée et située de ce qui se joue dans les interactions de classe. Une démarche quantitative, reposant sur de grands échantillons ou sur des mesures chiffrées, ne permettrait pas de rendre compte de la richesse des raisonnements, des ajustements verbaux ou des formes d'engagement des élèves qui apparaissent dans des situations authentiques d'apprentissage. C'est pourquoi cette option a été volontairement écartée.

La démarche retenue est compréhensive. Il s'agit de comprendre comment les élèves mobilisent différentes opérations intellectuelles selon qu'ils travaillent en pédagogie du projet ou en démarche scientifique, et non de déterminer laquelle de ces approches serait la plus efficace. L'objectif est d'observer et d'analyser des manières de faire et de penser différentes, en lien direct avec la problématique. La littérature en didactique des sciences, notamment les travaux d'Astolfi (2008), Orange (1997), Host (1990), ou Giordan (1999) montre que les processus de problématisation, d'hypothétisations et d'argumentation sont des phénomènes profondément situés. Ils ne peuvent être réellement compris qu'en observant les interactions verbales, les gestes liés aux manipulations, les justifications proposées par les élèves ou encore les différentes formes de guidage déployées par l'enseignant.

L'approche qualitative est ainsi particulièrement pertinente pour analyser la qualité des questions posées par les élèves, la place qui leur est donnée pour formuler des hypothèses, la manière dont ils coopèrent ou réfléchissent individuellement, le degré de guidage exercé par l'enseignant ou encore leur attitude face au doute, à l'erreur ou à l'expérimentation. Cette attention, portée aux nuances de l'activité cognitive et relationnelle, constitue une condition essentielle pour comprendre en profondeur les phénomènes au centre de cette étude.

2.1.2. Approche théorique : déductive

La recherche s'appuie sur une approche déductive. Elle ne cherche pas à faire émerger des catégories directement à partir du terrain, comme ce serait le cas dans une démarche inductive. Mais elle s'appuie au contraire sur des modèles théoriques déjà établis pour construire une grille d'observation solide et cohérente.
Plusieurs concepts théoriques constituent la base du dispositif méthodologique. La notion de problématisation, telle que présentée par Fabre et Orange (1997), permet de repérer les conditions essentielles à l'apparition d'un véritable problème scientifique en classe. La question des hypothèses, étudiée par Hoat (1990) offre un éclairage sur leur statut, leur notions explicatives ou prédictives, mais aussi sur la manière dont les élèves les formulent. La posture scientifique, analysée par Giordan (1999) et Astolfi (2008), met en lumière les dimensions du doute méthodique, de la vérification, de l'argumentation et du lien avec le réel. Les travaux de Perrenoud (1997) et Meirieu (1998) sur l'autonomie permettent d'en comprendre les différentes formes organisationnelles ou cognitives et d'identifier comment elles se manifestent dans les activités proposées. Finalement, les travaux d'Astolfi (2008) ou de Meirieu (1998) offrent des repères essentiels pour saisir ce qui distingue spécifiquement la démarche scientifique et la pédagogie du projet.

L'ensemble de ces modèles permet d'élaborer une grille d'analyse structurée autour de grands contrastes théoriques, tels que le rôle attribué au problème, le statut donné aux hypothèses, le niveau de guidage de l'enseignant, la nature de l'activité intellectuelle, le rapport à la connaissance, la place accordée à la vérification ou encore à la finalité du travail engagé. Cette grille d'observation repose sur des dimensions théoriques issues de la littérature en didactique des sciences. Chaque dimension représente un aspect du raisonnement scientifique identifié dans le cadre théorique, et a été traduite en indicateurs observables permettant d'analyser les situations de classe.

2.1.3. Enjeu et visée de la recherche

Au-delà de son ambition compréhensive, cette recherche possède une visée profondément ontogénique. Elle fait partie dans mon propre développement professionnel et doit contribuer à éclairer mes futures pratiques d'enseignement. Comprendre les effets de la pédagogie du projet et de la démarche scientifique sur des dimensions aussi essentielles que l'autonomie, la formulation d'hypothèses ou l'argumentation permet d'anticiper les conditions favorables à l'apprentissage et d'identifier les tensions éventuelles entre liberté d'action, engagement dans un projet et rigueur scientifique.
La posture adoptée est celle de l'enseignant-chercheur, qui observe non pour juger ou évaluer, mais pour comprendre ce qui se produit réellement dans la classe. Cette posture permet de porter un regard réflexif sur les interactions et d'en tirer des enseignements utiles autant à la recherche qu'à la professionnalisation.

2.2. Nature du corpus

2.2.1. Contexte scolaire et caractéristiques de la classe

L'étude a été menée dans deux classes de 20 et 16 élèves de niveau respectif 5-6H et 7-8 HarmoS, au sein d'un établissement public romand utilisant les Moyens d'enseignement romands (MER) comme référence principale pour l'enseignement des sciences. Ces classes ne sont pas du même niveau scolaire, mais elles fonctionnent de façon similaire concernant les routines, les approches pédagogiques. Cela permet d'offrir un cadre stable pour l'observation et l'analyse. Cette homogénéité facilite l'interprétation des interactions, l'identification des moments clés du raisonnement scientifique et permet de distinguer les comportements spontanés de réactions influencées par la présence d'un observateur.
La classe se caractérise par une grande hétérogénéité des profils d'élèves. De ce fait, le contexte est particulièrement adapté à l'étude. Cette pluralité se traduit par des différences dans le rapport au savoir, les capacités de verbalisation, la tendance à prendre des initiatives intellectuelles, le besoin plus ou moins marqué de structure et la facilité à saisir les consignes scientifiques. Ces variations ne constituent pas des obstacles, mais au contraire, ils sont des éléments essentiels pour analyser comment la pédagogie de projet ou la démarche scientifique peuvent favoriser ou freiner l'engagement et l'apprentissage des élèves.

2.2.2. Terrain et échantillon

Le corpus de données comprend des observations effectuées dans deux classes de cycle 2, selon les possibilités d'accès au terrain. La première, la classe des Enfers, a été engagée dans une pédagogie par projet. La séquence mise en œuvre visait la réalisation d'une production finale et sollicitait une autonomie organisationnelle importante, dans un cadre où l'objectif principal était de mener à bien un projet structuré. La deuxième classe, à Sorvilier, a conduit son travail selon une démarche scientifique axée sur la problématisation, la formulation d'hypothèses, la confrontation avec le réel et l'interprétation des résultats.

Les deux séquences se sont déroulé sur une même durée, 5-6 leçons. Cela assure la comparabilité satisfaisante des contextes d'enseignement et des conditions d'apprentissage. Le choix d'un échantillon volontairement restreint permet de réaliser une observation approfondie et détaillée des interactions, des processus cognitifs et des pratiques pédagogiques propres à chaque classe. Cet aspect offre donc la possibilité d'analyser précisément les effets de chaque méthode sur l'engagement et l'apprentissage des élèves.

2.2.3. Structure générale du dispositif

L'analyse comparative entre la pédagogie de projet et la démarche scientifique s'appuie sur un dispositif expérimental organisé autour de deux séquences parallèles portant sur le même contenue disciplinaire, à savoir l'air. Il ne s'agit pas d'opposer deux contenus différents, mais bien d'observer et d'analyser deux façons distinctes d'apprendre un même sujet.

Dans la démarche scientifique, le problème est élaboré par l'enseignant. Il est présenté sous forme de question ouverte ou d'une situation contradictoire. Les hypothèses proposées par les élèves doivent pouvoir être testées et vérifiées expérimentalement. Le doute y tient une place centrale et méthodique. L'autonomie est ainsi encadrée et l'esprit critique se manifeste principalement dans l'évaluation de la validité scientifique des résultats.

En pédagogie de projet, le problème provient d'une situation authentique ou d'un besoin réel vécu par les élèves. Les hypothèses deviennent des propositions d'actions destinées à faire évoluer le projet. De ce fait, la vérification se fait par essais-erreurs, par ajustement successifs et par des tests du projet. L'autonomie y est beaucoup plus large et moins balisée.

Cette distinction entre les deux approches est fondamentale et entre les deux approches justifie pleinement le dispositif comparatif adopté dans ce travail. Il permet de mettre en lumière les effets spécifiques de chaque méthode sur l'engagement, la réflexion et l'apprentissage des élèves.

2.2.4. Instruments de collecte des données

Deux instruments principaux ont été mobilisés pour constituer le corpus.
Le premier instrument est une grille d'observation (annexe 1) élaborée à partir des cadres théoriques. Elle permet d'observer systématiquement, dans les deux approches, la manière dont le raisonnement scientifique (problème, hypothèse, esprit critique) et l'autonomie sont favorisés par les élèves.
Cette grille se compose en premier de la dimension de la problématisation. Cette dimension s'appuie sur les travaux de Fabre (2009). Il considère le problème comme un élément central du raisonnement scientifique. Dans ce contexte, un indicateur observable a été retenu, la présence d'un problème clairement formulé ou identifié par les élèves. La deuxième dimension porte sur les hypothèses. La formulation des hypothèses constitue est aspect fondamental dans la démarche scientifique (Host, 1990). Elle reflète la capacité des élèves à anticiper un résultat ou à proposer une explication. L'indicateur retenu est la présence d'hypothèses formulées par les élèves. La troisième dimension porte sur l'esprit critique. Celui-ci se définit comme la capacité à analyser, confronter et justifier des idées (Astolfi, 2008). Il se retrouve dans la faculté des élèves à argumenter, à mettre en lumière différents points de vue et à expliquer leurs choix. La dernière dimension concerne l'autonomie. Celle-ci est envisagée comme la capacité des élèves à s'investir dans une activité, à organiser leur démarche et à prendre des initiatives (Deci & Ryan, 2000 ; Raab, 2014). Elle se traduit par des indicateurs

tels que la prise d'initiative, la gestion des tâches et une participation active. L'emploi de cette grille garantit une observation cohérente, basée sur des critères scientifiques, ce qui facilite une comparaison efficace entre les deux dispositifs d'enseignement.

Le second outil s'appuie sur l'analyse des productions des élèves. Dans le cadre de la pédagogie de projet, les documents liés au projet, comme les traces écrites, les plans de travail et les fiches de préparations fournissent des informations sur le raisonnement employé, les démarches de planifications et l'évolution des idées tout au long de la séquence.
Dans le cadre de la démarche scientifique, les « carnets scientifiques », les schémas d'expérience, les fiches d'observation et d'interprétation permettent de comprendre comment les élèves formulent et réinvestissent des hypothèses, comment ils observent les phénomènes, et comment ils interprètent les résultats obtenus au cours des expérimentations. Ces productions constituent ainsi des sources riches pour analyser les démarches et les processus cognitifs déployés par les élèves.

2.2.5. Le contenu disciplinaire choisi

Le contenu disciplinaire retenu pour structurer les deux séquences a été sélectionné de manière réfléchie et stratégique. Il s'inscrit dans le thème de l'air et vise plus précisément à amener les élèves à mettre en évidence et à comprendre certaines de ses caractéristiques. Il devait avant tout permettre une véritable problématisation, c'est-à-dire susciter chez les élèves un besoin intellectuel réel et motivant. Il était également nécessaire que ce contenu offre la possibilité de formuler des hypothèses plausibles, adaptées au niveau des élèves, et qu'il conduise à une confrontation au réel, élément essentiel à la démarche scientifique. Parallèlement, ce même contenu devait pouvoir être transposé de manière concrète dans le cadre d'un projet, afin de soutenir la pédagogie du projet et de permettre aux élèves de mobiliser leur autonomie dans la réalisation. Enfin, le contenu choisi devait être parfaitement en cohérence avec les Moyens d'enseignement romands (MER), qui valorisent à la fois la démarche scientifique et les approches actives favorisant l'autonomie et l'engagement des élèves.

2.2.6. Organisation temporelle et structure interne des séances

L'expérimentation se compose de séquences distinctes mises en œuvre dans deux classes différentes : l'une suit la démarche scientifique, l'autre repose sur la pédagogie du projet. Cette organisation permet d'observer les phénomènes spécifiques à chaque approche, de repérer l'émergence progressive de l'autonomie et de mettre en évidence les comportements caractéristiques propres à la démarche adoptée dans chaque classe.

Les séances dans la démarche scientifique suivent un cadre bien défini. Elles commencent par une introduction problématisante. Dans cette étude, elle est sous la forme d'une question ouverte ou d'un dilemme scientifique. Cette étape a pour but de susciter un besoin de compréhension plutôt qu'un simple besoin d'agir. Ensuite, les élèves sont invités à émettre des hypothèses, orales ou écrites. La troisième phase consiste à confronter ces hypothèses à la réalité en passant par la manipulation, l'expérimentation ou une observation guidée. Par la suite, les élèves comparent leurs observations et échangent autour des résultats obtenus dans une phase d'interprétation collective. La séance se clôt par une institutionnalisation. C'est un moment où l'enseignant et les élèves formalisent les savoirs scientifiques établis.

Les séances en pédagogie de projet s'organisent autour d'un contexte authentique ou d'une production attendue donnant du sens au travail. Les élèves définissent un but, ce qui revient à poser un problème à résoudre. Ils passent ensuite par une étape de planification. Ici, ils anticipent les difficultés et ils répartissent les rôles. La phase de réalisation prend une place importante et se construit à travers des essais, des erreurs et des ajustements successifs. Enfin, une valorisation ou une présentation du travail accompli permet de conclure la séquence et d'engager une forme d'autoévaluation.

Tableau 2 Comparaison de la mise en place de la démarche scientifique et de la pédagogie du projet dans la séquence

Dimensions du dispositif	Démarche scientifique (DS)	Pédagogie du projet (PP)
Problème de départ	Question posée par l'enseignant	Même question introduite en début de séquence
Statut du problème	Question maintenue tout au long de la séance et reprise lors des différentes phases	Question reprise et reformulée par les élèves au cours des activités
Entrée dans l'activité	Présentation collective de la situation et prise de position initiale des élèves	Présentation de la situation suivie d'une phase d'expression libre des idées
Conceptions initiales	Réponses orales et écrites, relevées et mises en commun	Écrits, dessins et questions consignés dans le journal scientifique
Formulation des hypothèses / idées	Anticipations formulées avant les manipulations, notées dans le journal scientifique	Idées exprimées dans les écrits, les échanges ou les actions, sans phase dédiée
Anticipation avant action	Phase d'anticipation avant chaque manipulation	Anticipation présente dans les échanges ou lors de la planification des actions
Organisation des expériences	Manipulations définies à l'avance (bouteille fermée, bouteille ouverte, verre avec mouchoir)	Manipulations choisies ou reprises par les élèves à partir du matériel disponible
Réalisation des manipulations	Manipulations réalisées ou encadrées par l'enseignant, observation commune	Manipulations réalisées par les élèves, individuellement ou en groupe
Observation	Observations consignées dans le journal scientifique (éléments observés)	Observations notées ou discutées à partir des essais réalisés
Mise en commun	Échanges collectifs organisés à partir des observations et des productions des élèves	Présentation des expériences et échanges entre groupes
Trace écrite	Journal scientifique structuré (réponses initiales, anticipations, observations, évolution)	Journal utilisé comme support personnel (écrits libres, réflexions, questions)

Rôle de l'enseignant	Présente la situation, donne des consignes successives, réalise ou encadre les manipulations, anime les moments collectifs	Présente la situation, met le matériel à disposition, donne des consignes ouvertes, circule dans la classe et intervient ponctuellement
Rôle des élèves	Produisent des réponses écrites et orales, formulent des anticipations, observent les manipulations, participent aux échanges collectifs, rédigent une trace écrite	Produisent des écrits et des dessins, proposent des actions, manipulent le matériel, échangent entre pairs, présentent leurs observations, rédigent une trace personnelle
Organisation du travail	Alternance entre travail individuel (écriture) et moments collectifs	Travail individuel et en groupe selon les choix des élèves
Finalité de la séquence	Répondre à la question posée à partir des observations réalisées	Réaliser une production visant à montrer que l'air prend de la place

2.2.7. Variables didactiques contrôlées

Afin d'assurer la rigueur de l'analyse comparative, plusieurs variables ont été strictement contrôlées. Le contenu scientifique traité est le même dans les deux approches, assurant que les élèves travaillent sur un objet d'étude identique. La durée totale des séances est identique, et toutes se déroulent dans des conditions matérielles similaires, avec l'utilisation des mêmes outils pédagogiques. Les groupes d'élèves présentent également une hétérogénéité comparable.

Certaines variables ont toutefois été délibérément modifiées, car elles reflètent précisément les différences essentielles entre la pédagogie du projet et la démarche scientifique. Le statut du problème, le rôle de l'enseignant, la nature de l'hypothèse, la place de l'hétérogénéité comparable dont l'autonomie est encouragée ou encadrée ainsi que le rapport à la vérification constituent des contrastes sur lesquels repose cette comparaison. Ces différences forment la base de l'analyse et permettent de mettre en lumière les effets spécifiques à chaque approche pédagogique.

C'est à partir de ces variations que l'étude pourra répondre à la problématique en identifiant les différences et similitudes dans les modes d'engagement, les démarches cognitives et les apprentissages des élèves.

2.3. Méthodes et/ou techniques d'analyse des données

L'analyse des données constitue un élément essentiel de ce travail, car elle doit permettre de dégager les différences entre la pédagogie du projet et la démarche scientifique en ce qui concerne la problématisation, la formulation d'hypothèses, l'autonomie et l'esprit critique. L'objectif n'est pas de comparer des performances, mais de comprendre les mécanismes cognitifs et interactionnels mis à l'œuvre dans deux dispositifs d'apprentissage différents.

Cette section détaille les outils mobilisés, les procédures mises en œuvre et les différentes étapes de l'analyse, afin de rendre compte de la démarche adoptée pour répondre à la problématique.

2.3.1. Constitution du corpus et nature des données recueillies

Le corpus est constitué de deux types de données complémentaires, qui se renforcent mutuellement et offrent une base d'analyse plus fiable et plus complète. D'une part, les

résultats issus de la grille d'observation permettent de relever de façon systématique les indicateurs liés au raisonnement scientifique.
D'autre part, les carnets scientifiques et les carnets de projet apportent un éclairage sur leurs productions. Dans le cadre de la démarche scientifique, les carnets contiennent les hypothèses formulées, les schémas d'expérience, les observations réalisées et les interprétations proposées. Pour la pédagogie du projet, les carnets regroupent les traces de planification, les idées émises, les essais réalisés, les arguments discutés et les décisions collectives prises. Ces documents offrent un aperçu précieux de la manière dont les élèves explicitent leur pensée, formalisent leurs hypothèses, justifient leurs choix et mobilisent leur autonomie dans le cadre de la séquence.
Le croisement de ces différentes sources de données permet d'éviter de s'appuyer sur un seul indicateur et d'obtenir une compréhension plus complète et plus nuancée du phénomène étudié.

2.3.2. Procédures d'analyse : transcription, codage et réduction des données

Afin d'analyser l'impact de ces deux méthodes, une grille d'observation, comprenant un système de catégories analytiques, a été élaborée à partir de la problématique et des concepts théoriques. La grille comprend six grandes catégories : la problématisation, les hypothèses, la mise à l'épreuve, le rapport à l'erreur, l'autonomie et l'esprit critique. Chacune se décline en indicateurs observables, assurant ainsi une analyse approfondie et cohérente.
La première étape correspond donc à la transcription des observations et des productions des élèves.
La deuxième étape est dédiée au regroupement des données et à l'établissement de liens entre ces catégories. Cette phase permet une comparaison systématique entre la démarche scientifique et la pédagogie du projet, tout en croisant les observations et les productions écrites des élèves.
Cette comparaison rend possible l'identification de tendances marquantes, la mise en lumière d'éventuelles contradictions ainsi que la découverte de phénomènes inattendus.
Enfin, la dernière étape consiste à élaborer des tableaux d'interprétation qui synthétisent les phénomènes observés. Ces schémas permettent de visualiser comment chaque indicateur se construit réellement dans chaque démarche.

2.3.3. Validité, limites et justification des choix méthodologiques

Il est essentiel de justifier les choix méthodologiques effectués. L'approche qualitative convient particulièrement à l'étude des phénomènes, comme la problématisation, qui ne se prêtent pas facilement à une quantification simple.
Le recours à un échantillon restreint ne constitue pas une limite. Au contraire, il s'inscrit dans la logique compréhensive et ontogénique de la recherche. Il offre une observation approfondie et détaillée des processus d'apprentissage. De plus, la triangulation des données, le croisement entre les actions observées et les productions écrites, contribue à réduire les biais et renforce ainsi la validité de l'analyse.
Cependant, certaines limites subsistent. La subjectivité de l'analyse ne peut être totalement éliminée, même si elle est atténuée par l'utilisation d'une grille analytique et par le croisement des données. L'influence liée à la présence de l'enseignant-chercheur représente également un facteur à considérer. Pour fini, l'impossibilité de généraliser les résultats est inhérente à cette méthodologie qualitative.
La démarche adoptée permet ainsi une comparaison nuancée des deux démarches pédagogiques étudiées. Elle met en lumière leurs effets sur la problématisation, la formulation d'hypothèses, ainsi que sur l'autonomie et l'esprit critique des élèves. Ainsi, le tout offre des résultats à la fois significatifs et révélateurs des mécanismes cognitifs et interactionnels propres à chaque méthode.

3. Présentation et interprétation des résultats

Introduction à la présentation des résultats

Cette section vise à présenter les résultats obtenus grâce à la grille d'observation élaborée pour cette étude. Cette grille a été conçue afin de mettre en évidence, au sein des deux dispositifs, plusieurs indicateurs liés au raisonnement scientifique. Elle repose sur six dimensions principales : la construction du problème, la formulation des hypothèses, la mise à l'épreuve des hypothèses et la production de traces, le rapport à l'erreur et à l'incertitude, l'esprit critique et l'évolution du raisonnement, l'autonomie et la posture scientifique.

La grille est construite autour d'un codage commun pour les deux dispositifs, 0 indique que l'indicateur n'a pas été observé, 1, qu'il a été relevé une fois ou de façon isolée, 2 qu'il a été constaté plusieurs fois chez différents élèves. Ce choix permet de comparer les deux dispositifs non pas sur une impression globale, mais sur des indices observables et systématiquement repérés.
Les résultats présentés ci-dessous ne cherchent donc pas encore à expliquer les différences relevées, mais visent à décrire aussi précisément que possible comment les élèves ont agi, ce qu'ils ont exprimé, ce qu'ils ont produit et comment les différentes dimensions du raisonnement scientifique se sont manifestées dans leur démarche scientifique d'une part, et dans la pédagogie du projet d'autre part.

Pour faciliter la lecture, les résultats sont tout d'abord exposés séparément pour chacune des méthodes. Dans un premier temps, la grille relative à la démarche scientifique est détaillée. Dans un second temps, celle concernant la pédagogie de projet est exposée. Pour finir, une synthèse transversale met en regard les résultats les plus significatifs observés dans les deux dispositifs.

3.1. Présentation des résultats de la grille en démarche scientifique

Afin de rendre la présentation des résultats plus lisible, les données issues de la grille d'observation de la démarche scientifique sont synthétisées dans le tableau ci-dessous. Celui-ci présente, pour chaque dimension, le score obtenu, les indicateurs les plus présents, ceux observés de manière plus modérée ainsi que les éléments non observés. Ce tableau reprend fidèlement les codages visibles dans la grille (annexe 2).

Tableau 3 Résultats de la grille d'observation de la démarche scientifique

Catégorie	Points obtenus	Indicateurs dominants (2)	Indicateur modérés (1)	Indicateurs absents (0)	Elément central
Problématisation	14	Expression d'un obstacle (ou d'un manque), formulation d'un étonnement ou d'une contradiction, questions explicatives, question déclenchée par l'enseignant	Reformulation du problème/éléments clés de la situation, question sur un phénomène observable, questions opératoires, questions formulées spontanément, reformulation collective , maintien du problème	Distinction but/problème, question descriptive	Centrée sur la compréhension
Hypothèses	14	Marqueurs hypothétiques, hypothèses exprimées oralement, hypothèses explicatives et prédictives, justification	Émergence des hypothèses, hypothèses exprimées par écrit ou schémas, lien hypothèse/problème, pluralité des hypothèses	Hypothèses opératoires	Hypothèses explicites
Mise à l'épreuve	5	Schémas / dessins d'observation	Orientation de l'action, prise de notes, comparaison hypothèse / résultats	Planification, exploitation des traces	Confrontation partielle
Erreur	4	—	Analyse de l'erreur, ajustement, acceptation de résultats non concluants, persévérance	Reconnaissance de l'erreur	Erreur peu verbalisée
Esprit critique	9	Argumentation, évolution du point de vue, regard critique	Appui sur les faits, distinction faits / confrontation	—	Raisonnement structuré
Autonomie	6	Posture de recherche	Initiatives, décisions, autorégulation, engagement, rapport au produit	Coopération cognitive	Centrée sur la compréhension
Total	**52**	—		—	—

Dans l'ensemble, la démarche scientifique présente des scores élevés en problématisation et en formulation d'hypothèses. Les indicateurs les plus marqués concernent notamment l'obstacle, l'étonnement, les questions explicatives, les hypothèses explicites, l'argumentation et la posture de recherche. À l'inverse, certains éléments restent absents ou peu présents, comme la distinction entre tâche et problème, les hypothèses opératoires, la planification ou encore la coopération cognitive.

3.2. Présentation des résultats de la grille en pédagogie du projet

Les résultats obtenus à partir de la grille d'observation de la pédagogie du projet sont présentés dans le tableau suivant. Comme pour la démarche scientifique, il s'agit de faire apparaitre, pour chaque dimension, le score global, les indicateurs dominants, les éléments plus modérés ainsi que les indicateurs non observés.
Ce tableau reprend les codages observés dans la grille (annexe 3).

Tableau 4 Résultats de la grille d'observation de la pédagogie du projet

Dimension	Score total	Indicateurs dominants (2)	Indicateurs modérés (1)	Indicateurs absents (0)	Élément central
Problématisation	15	Reformulation du problème , éléments clés de la situation , questions opératoires , questions formulées spontanément par les élèves	Expression d'un obstacle ou d'un manque ; questions sur un phénomène observable , distinction but / problème , questions explicatives , questions déclenchées par l'enseignant , reformulation collective , maintien du problème	Formulation d'un étonnement ou d'une contradiction , questions descriptives	Centrée sur l'action
Hypothèses	12	Hypothèses exprimées par écrit ou schéma , hypothèses prédictives , justification	Émergence des hypothèses , marqueurs hypothétiques , hypothèses exprimées oralement, hypothèses explicatives , hypothèses opératoires , lien hypothèse / problème	Pluralité des hypothèses	Intégrées à l'action
Mise à l'épreuve et traces	7	Orientation de l'action vers une hypothèse	Planification , prises de notes , dessins ou schémas , exploitation des traces , comparaison hypothèse / résultat	—	Expérimentation en action
Rapport à l'erreur	3	—	Reconnaissance explicite de l'erreur , ajustement , persévérance	Analyse de l'erreur , acceptation de résultats non concluants	Erreur peu analysée
Esprit critique	8	Appui sur les faits , regard critique	Argumentation , distinction faits / opinions , confrontation , évolution du point de vue	—	Basé sur l'observation

Autonomie et posture scientifique	6	Initiatives	Autorégulation , engagement , rapport au produit , coopération cognitive	Décisions sans validation immédiate , posture de recherche	Forte action
Total	51	—	—	—	—

Dans l'ensemble, la pédagogie du projet présente ses scores les plus élevés en problématisation, dans la mise à l'épreuve des hypothèses et dans certaines formes d'autonomie. Les indicateurs les plus visibles concernent surtout la reformulation du problème, les questions opératoires, les hypothèses prédictives, l'orientation de l'action, l'appui sur les faits et les initiatives. En revanche, d'autres aspects restent absents ou peu présents, comme l'étonnement, la pluralité des hypothèses, l'analyse de l'erreur ou encore la posture de recherche.

3.3. Présentation des résultats finaux : comparaison descriptive des deux dispositifs

Le tableau ci-dessous a pour objectif de souligner les points communs et les différences entre les deux dispositifs, en proposant une comparaison synthétique des scores obtenus dans chaque dimension analysée. Cette présentation permet d'avoir une vue d'ensemble rapide des principales tendances. Les deux dispositifs présentent des scores très proches, avec 52 points pour la démarche scientifique et 51 pour la pédagogie de projet Cependant, les indicateurs prédominants ne sont pas identiques.

Tableau 5 Comparaison globale des résultats des 2 méthodes

Dimension	DS	PP	Tendance dominante en DS	Tendance dominante en PP	Lecture synthétique
Problématisation	14	15	Obstacle, étonnement, questions explicatives	Reformulation, questions spontanées, questions opératoires	DS : comprendre / PP : agir
Hypothèses	14	12	Hypothèses explicites, orales, justifiées	Hypothèses davantage écrites, prédictives, justifiées	DS : explicitation / PP : intégration à l'action
Mise à l'épreuve	5	7	Dessins, confrontation ponctuelle	Action orientée vers une hypothèse	PP : engagement pratique plus visible
Erreur	4	3	Ajustement, persévérance, acceptation modérée de l'incertitude	Reconnaissance de l'erreur, mais peu d'analyse	DS : régulation plus présente
Esprit critique	9	8	Argumentation, évolution du point de vue, regard critique	Appui sur les faits, regard critique	Formes différentes de critique
Autonomie	6	6	Posture de recherche	Initiatives	Autonomie cognitive / autonomie d'action

Total	52	51	—	—	Résultats globaux proches, profils différents

3.4. Synthèse générale de la présentation des résultats

La description détaillée des deux grilles révèle que les deux dispositifs mobilisent différemment les indicateurs observés.
Dans la démarche scientifique, les scores les plus élevés concernent l'expression d'un obstacle, l'étonnement, les questions explicatives, les marqueurs hypothétiques, ainsi que les hypothèses explicatives et prédictives, la justification des hypothèses, l'argumentation, l'évolution du point de vue, le regard critique et la posture de recherche.

Pour ce qui est de la pédagogie du projet, ce sont la reformulation du problème, l'identification des éléments de la situation, les questions opératoires et celles formulées spontanément par les élèves, l'écrit ou le schéma comme support d'hypothèse, les hypothèses prédictives, la justification, l'orientation de l'action vers une hypothèse, l'appui sur les faits, le regard critique et les initiatives qui obtiennent les scores les plus élevés.

Les résultats indiquent aussi que certains indicateurs sont absents dans un dispositif tout en étant présents dans l'autre : par exemple, la distinction entre but et problème n'apparaît pas dans la démarche scientifique alors que la formulation d'un étonnement est absente en pédagogie du projet. D'autres indicateurs restent très faibles ou absents dans les deux dispositifs, comme l'exploitation systématique des traces, ou ne se manifestent que ponctuellement.
Cette première partie fournit donc une base descriptive. Elle permet de visualiser précisément ce qui a été observé dans chacun des dispositifs, d'identifier leurs points forts ainsi que leurs aspects plus discrets et d'établir un socle clair pour la seconde partie du chapitre consacrée à l'analyse et à la discussion de ces résultats au regard de la question de recherche.

Tableau 6 Point faibles de la démarche scientifique

Catégorie	**Indicateurs (0) – Point faible**
Problématisation	Distinction but/problème, questions descriptives
Hypothèses	Hypothèses opératoires
Mise à l'épreuve	Planification, exploitation
Erreur	Reconnaissance
Autonomie	Coopération

Tableau 7 Points forts de la démarche scientifique

Catégorie	**Indicateurs (2) – Point fort**
Problématisation	Obstacle, étonnement, questions explicatives
Hypothèses	Marqueurs hypothétiques, hypothèses explicatives et prédictives, justification
Mise à l'épreuve	Schémas
Erreur	Argumentation, évolution, regard critique
Autonomie	Posture de recherche

Tableau 8 Points forts de la pédagogie du projet

Catégorie	**Indicateurs (2) – Point fort**
Problématisation	Reformulation, spontanéité, question opératoire
Hypothèses	Hypothèses écrites et prédictives, justification
Mise à l'épreuve	Actions
Esprit critique	Faits, regard critique
Autonomie	Initiatives

Tableau 9 Points faibles de la pédagogie du projet

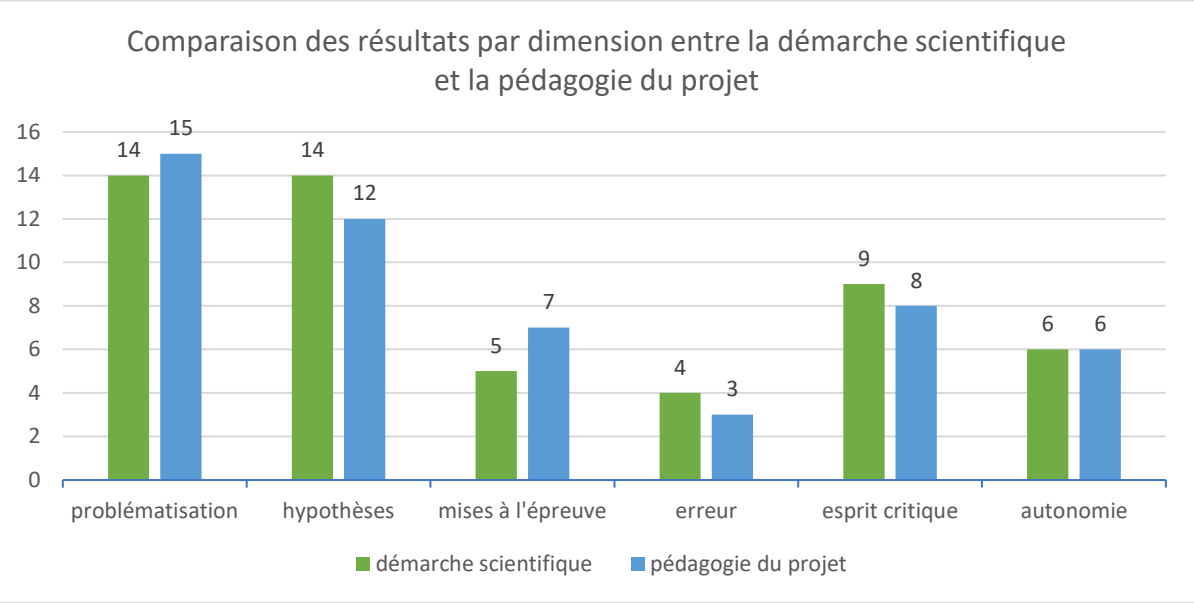
Catégorie	**Indicateurs (0) – Point faible**
Problématisation	Étonnement, questions descriptives
Hypothèses	Pluralité
Erreur	Analyse, résultats non concluants
Autonomie	Décision autonome, posture de recherche

3.5. Analyse et discussion des résultats

Introduction à l'analyse

Afin de donner une vue d'ensemble des résultats avant leur analyse détaillée, le graphique ci-dessous présente la répartition des points obtenus dans chaque dimension pour la démarche scientifique et la pédagogie du projet.

Tableau 10 Comparaison des résultats des deux méthodes



Ce graphique met en évidence des scores globaux proches entre les deux dispositifs, tout en révélant des variations selon les dimensions observées.

La présentation des résultats a mis en lumière des différences nettes entre les deux dispositifs utilisés dans cette recherche. Bien que partant d'une même intention générale, engager les élèves dans une activité scientifique autour d'un problème lié à l'air et sa présence, la démarche scientifique et la pédagogie du projet ne semblent pas générer les mêmes types d'activités intellectuelles.

L'objectif de cette section est donc de dépasser le simple constat descriptif pour interpréter ces écarts. Il ne s'agit pas de déterminer quelle approche serait la meilleures, mais plutôt de saisir ce que chacune met en lumière, ce qu'elle privilégie ou ce qu'elle laisse plus implicite.

Cette démarche s'inscrit dans le cadre de la question de recherche portant sur les différences entre ces dispositifs quant à leur manière d'aborder la problématisation, la formulation d'hypothèses, l'esprit critique et l'autonomie, mais aussi concernant plus largement le raisonnement scientifique. L'analyse se structure autour de six dimensions définis dans la grille d'observation. Ce choix assure une cohérence avec la méthodologie et permet de rester au plus près des données collectées, sans imposer une interprétation extérieure. Chaque dimension est examinée successivement selon trois niveaux de lecture.
Le premier expose brièvement ce que révèlent les résultats. Le deuxième interprète ce que ces résultats indiquent sur l'activité des élèves. Le troisième relie cette interprétation à la question de recherche globale. Cette démarche a pour but de mettre en relation les résultats observés avec les cadres théoriques utilisés dans ce mémoire, afin d'interpréter ce que ces écarts révèlent sur les formes de raisonnement scientifique soutenues par chaque dispositif.

3.5.1. Analyse de la construction du problème scientifique

La première dimension examinée dans cette recherche porte sur la construction du problème scientifique, autrement dit la problématisation. Ce choix est essentiel, car le problème scientifique constitue l'un des principaux points d'entrée dans la démarche scientifique telle qu'elle est envisagée dans ce dispositif de la démarche scientifique. Dans cette étude, le problème n'est pas perçu comme une simple question de départ, mais comme un élément qui structure l'activité intellectuelle de l'élève. C'est à partir de ce dernier que peuvent surgir les hypothèses, les comparaisons, les vérifications ainsi que les révisions de la pensée.

Les résultats indiquent que la problématisation est présente dans les deux dispositifs, mais qu'elle s'y manifeste ni avec la même intensité ni sous la même forme. Dans la démarche scientifique, plusieurs indicateurs forts se dégagent. L'expression d'un obstacle ou d'un manque est fréquemment relevée, tout comme celle d'un étonnement ou d'une contradiction, ainsi que la présence de questions explicatives. En revanche, la reformulation du problème avec les mots des élèves n'apparaît que ponctuellement, la distinction entre tâche et problème n'est pas observée, et le maintien explicite du problème au fil de l'activité reste modéré. Ces résultats suggèrent que, dans la démarche scientifique, le problème est perçu comme une tension intellectuelle. Les élèves font face à quelque chose qui résiste, qui ne va pas de soi et qui suscite une interrogation. L'importance accordée à l'obstacle et à l'étonnement révèle que la situation initiale a réellement créé un déséquilibre. Ce point est primordial, car il montre que le problème a eu comme rôle de déclencher une activité cognitive. Les élèves ne se retrouvent pas simplement face à une tâche scolaire à accomplir, ils sont confrontés à une situation qui les déstabilise ou du moins les incite à chercher une explication. Cette observation rejoint la conception du problème scientifique défendue par Fabre (2009), pour qui la problématisation ne consiste pas seulement à poser une question, mais à installer une tension intellectuelle qui oblige à chercher une explication. Ainsi, la démarche scientifique semble ici plus proche d'une véritable entrée par le problème au sens didactique du terme.
Cependant, cette problématisation reste en partie portée par le cadre de la séance et par l'enseignant lui-même. Le fait que les questions initiées par l'enseignant soient plus fréquentes que celles spontanées des élèves indique que le mouvement du questionnement n'est pas entièrement auto-entretenu par le groupe. Les élèves entrent dans la situation problématique, mais cette entrée semble largement soutenue par le guidage du dispositif. Le problème est donc posé, mais pas totalement reconstruit ou maintenu par les élèves eux-mêmes. Cela rejoint d'ailleurs la logique du document enseignant relatif à la démarche scientifique où l'enseignant propose la situation-problème, relance de manière neutre.

La pédagogie du projet présente un profil différent. Les résultats montrent ici une forte reformulation du problème, une nomination marquée des éléments de la situation ainsi qu'une abondance de questions spontanément formulées par les élèves. En revanche, étonnement ou contradiction ne sont pas observés. De plus, les questions explicatives sont moins fréquentes tandis que les questions opératoires sont très présentes. Ce profil est particulièrement révélateur. Il montre que, dans la pédagogie de projet, le problème est davantage repris par les élèves eux-mêmes. Il est investi avec leurs propres mots et intégré dans leur dynamique d'activité personnelle. Le fait que cette reformulation soit plus présente que dans la démarche scientifique témoigne d'une appropriation plus visible du problème. Les élèves s'emparent de la situation, en reprenant les termes verbalement et font circuler ces éléments dans leurs échanges personnels. Il ne s'agit donc pas d'un simple problème imposé depuis l'extérieur, il devient au moins partiellement un objet investi par les élèves eux-mêmes, sans toutefois prendre pour autant la forme d'une problématisation scientifique au sens strict tel que nous pouvons l'observer dans la démarche scientifique. Cette appropriation rejoint les apports de la pédagogie du projet défendus par Dewey (1938) et Kilpatrick (1918), qui valorisent l'engagement des élèves dans un problème qui prend sens pour eux. Toutefois, les

résultats montrent que cette appropriation ne s'accompagne pas nécessairement d'un obstacle cognitif fortement marqué. Ce résultat ne correspond donc pas totalement à une problématisation scientifique au sens de Fabre (2009). En effet, si le problème est bien repris par les élèves, il ne prend pas toujours la forme d'une tension intellectuelle forte orientée vers l'explication. Il apparaît davantage comme un point de départ pour l'action que comme un obstacle cognitif à élucider.
L'absence d'un étonnement ou d'une contradiction indique que le problème n'est pas perçu comme une rupture marquée intellectuellement. Il semble moins susciter un conflit de pensée qu'ouvrir un espace d'action. Ce sont principalement les questions opératoires qui prédominent telles que « comment faire, comment tester, comment procéder ». Le problème est donc davantage abordé comme une situation à explorer ou à faire progresser, plutôt que comme un phénomène à expliquer en profondeur. De ce fait, le questionnement est bien présent, mais celui-ci s'oriente surtout vers l'action. Autrement dit, la problématisation n'est pas absente dans la pédagogie de projet, elle prend simplement une autre forme.

Dans la démarche scientifique, le problème structure la pensée autour d'un déséquilibre à comprendre (Fabre, 2009). En pédagogie de projet, le problème organise plutôt l'activité autour d'une dynamique d'appropriation et d'exploration. Cette distinction est fondamentale. Elle révèle que les deux approches utilisent le problème scientifique de manière différente. L'un en fait un moteur explicatif, l'autre l'utilise comme un point d'ancrage pour l'initiative et l'action. Ces résultats pourraient laisser penser que la pédagogie du projet facilite davantage l'appropriation du problème par les élèves, notamment en raison de la liberté plus grande qui leur est laissée dans l'activité. Or, les résultats révèlent une réalité plus nuancée. Certes, les élèves s'approprient davantage le problème en le reformulant et en posant eux-mêmes des questions. Cependant, cette appropriation ne correspond pas nécessairement à une problématisation plus scientifique, dans la mesure où elle peut déplacer le centre de l'activité vers l'action et la réalisation. À l'inverse, la démarche scientifique semble mieux installer le problème comme objet de tension intellectuelle, même si cette mise en tension reste partiellement soutenue par l'enseignant.

Du point de vue de la problématisation, les résultats montrent que la démarche scientifique favorise plutôt une entrée par le déséquilibre, l'explication et le questionnement causalisant. Alors que la pédagogie du projet privilégie une entrée par l'appropriation, la reformulation et l'orientation vers l'action. Il ne s'agit pas seulement de deux degrés d'un même phénomène, mais bien de deux façons distinctes d'aborder le problème scientifique.

3.5.2. Analyse de la formulation des hypothèses

La deuxième grande dimension étudiée concerne la formulation des hypothèses. Cette dimension occupe une place centrale, car l'hypothèse est considérée comme un outil essentiel du raisonnement. Elle fait le lien entre le problème posé et sa mise à l'épreuve, tout en guidant l'activité d'investigation. Cela met aussi en lumière que les hypothèses peuvent prendre différentes formes, comme explicatives, prédictives, opératoires, mais aussi que leur statut peut varier selon la démarche pédagogique. Les résultats indiquent une différence nette entre les deux dispositifs.

Dans la démarche scientifique, plusieurs indicateurs liés aux hypothèses présentent des scores élèves. L'utilisation de marqueurs hypothétiques, l'expression orale, la présence des hypothèses explicatives et prédictives, ainsi que leur justification sont fréquemment observées. En revanche, les hypothèses opératoires sont absentes et la pluralité des hypothèses n'apparaît que modérément.
Ces résultats indiquent que la démarche scientifique met clairement en avant la posture hypothétique. Les élèves emploient un langage qui manifeste de l'incertitude et de la supposition. Ils formulent ce qu'ils pensent, imaginent ou anticipent. Cet élément est important,

car il indique que les élèves ne présentent pas leurs idées comme des certitudes, mais comme des propositions provisoires. Autrement dit, ce dispositif semble encourager une manière de s'exprimer qui laisse place à une possible révision, qui est une dimension essentielle du raisonnement scientifique. Cette observation fait référence aux travaux de Host (1990). Il considère l'hypothèse comme un élément central du raisonnement scientifique, servant d'outil provisoire, susceptible d'être révisé et orienté vers la vérification. Il faut aussi remarquer que les hypothèses sont majoritairement orales. De ce fait, les idées se construisent principalement à travers le langage partagé, par l'échange et la verbalisation. La dynamique hypothétique dans cette démarche passe d'abord par la parole, ce qui correspond au rôle attribué aux relances de l'enseignant ainsi qu'aux échanges collectifs dans les documents préparatoires. La forte présence d'hypothèses explicatives et prédictives est tout aussi importante. Elle montre que les élèves ne se contentent pas d'énoncer ce qui pourrait arriver, ils cherchent aussi à en rendre compte à plusieurs reprises. Ils s'engagent donc à la fois dans l'anticipation et dans l'explication. Cet aspect renforce donc l'idée que cette démarche favorise un travail de pensée orienté vers la causalité et la compréhension du phénomène.
En revanche, l'absence d'hypothèses opératoires constitue un point notable. Ce manque révèle que les élèves ne formulent pas explicitement des propositions du type « on pourrait faire ceci pour vérifier ». Cela signifie donc que le dispositif structure fortement le moment du test. Si les hypothèses sont pensées et formulées par les élèves, ce sont moins eux qui décident comment tester ces dernières. De ce fait, cet aspect est peu visible dans leurs productions écrites ou orales. Cette absence ne remet pas en cause le caractère scientifique du travail réalisé, mais précise son fonctionnement. Dans cette démarche scientifique, les élèves sont invités à anticiper et expliquer plutôt qu'à concevoir eux-mêmes les modalités de vérification (Host, 1990).

La pédagogie du projet présente un profil différent. Si des hypothèses y apparaissent bien, elles sont moins formalisées. Les marqueurs hypothétiques sont modérés, l'oral n'y domine pas non plus et ces hypothèses se manifestent davantage par écrit ou sous forme de schémas. Les hypothèses prédictives y sont très présentes tandis que celles explicatives et opératoires le sont plus modérément, leur justification est forte, mais il ne relève pas de pluralité d'hypothèses significative. Ces éléments suggèrent qu'au sein de la pédagogie du projet, si les hypothèses existent bien elles n'ont pas le même statut ni ne sont mises en avant comme un moment distinct du raisonnement scientifique. Elles semblent plutôt s'intégrer naturellement dans le déroulement de l'activité. Les élèves expriment des attentes, des anticipations, des idées sur ce qui pourrait se produire, sans pour autant les isoler comme des hypothèses formelles. Elles se retrouvent donc davantage dans les traces laissées, les schémas, les propositions d'action ou la manière dont le projet progresse.
Le fait que la justification des hypothèses soit néanmoins bien présente est particulièrement notable. Cela montre que les élèves ne travaillent pas au hasard. Ils savent appuyer leurs idées et leur donner un certain fondement. Ce constat remet en question l'idée selon laquelle la pédagogie du projet se réduirait à une simple activité pratique désordonnée. Au contraire, les élèves justifient leurs actions et leurs pensées. En revanche, cette justification ne s'inscrit pas dans un cadre de pluralité hypothétique, ils explorent que très peu plusieurs options concurrentes. Ils s'engagent plutôt dans une voie qu'ils suivent, testent puis ajustent éventuellement. Le raisonnement semble alors s'organiser autour d'une piste principale, plutôt que de mener une exploration simultanée de plusieurs hypothèses concurrentes.

En confrontant ces résultats, nous pouvons remarquer une différence notable dans la fonction même de l'hypothèse. Dans la démarche scientifique, l'hypothèse constitue un objet explicite de travail. Elle est nommée, formulée et souvent justifiée. Elle occupe une place clairement identifiable dans le processus.
En revanche, dans la pédagogie de projet, l'hypothèse est plus diffuse. Elle circule dans les activités sans pour autant constituer un moment autonome de réflexion. Ce résultat peut être

mis en relation avec les analyses de Hmelo-Silver (2004). Il indique que, dans les contextes de projet, les hypothèses ont tendance à s'intégrer directement à l'action et à la résolution concrète du problème, plutôt que d'être considérées comme des objets explicites de réflexion.

Cette distinction apporte une réponse partielle à la question de recherche. Elle montre que les deux dispositifs n'emploient pas l'outil « hypothèses » de la même manière. La démarche scientifique en fait un levier structuré intellectuellement. La pédagogie de projet l'intègre davantage comme un outil au service de l'action. Cela implique donc que le raisonnement scientifique ne disparait pas dans la pédagogie de projet, mais il devient moins explicite, moins formalisé et plus difficile à identifier à travers les marqueurs traditionnels associés à l'hypothèse.

3.5.3. Analyse de la mise à l'épreuve des hypothèses et des traces

La troisième dimension explorée est axée sur la mise à l'épreuve des hypothèses et des traces générées pendant l'activité. Cette dimension est d'une importance particulière, car elle permet d'évaluer si les élèves se contentent de formuler des idées ou s'ils les confrontent réellement à l'expérience. De plus, elle permet de vérifier s'ils conservent une trace de leurs observations et s'ils s'appuient sur ces éléments pour réfléchir.

Dans le cadre de la démarche scientifique, les résultats révèlent un profil contrasté. La planification de l'action n'a pas été constatée. L'orientation de l'action vers une hypothèse est toutefois présente, mais seulement de manière modérée. Les élèves produisent des traces sous forme de dessins ou de schémas mais souvent sous forme de notes écrites. En revanche, l'exploitation de ces traces n'est pas observée et la comparaison entre ce qui était anticipé et ce qui a été constaté n'apparait que partiellement. Ce profil invite donc à une interprétation nuancée.
D'un côté, nous pouvons noter que la démarche scientifique donne lieu à certaines formes de mise à l'épreuve. Les élèves observent, représentent graphiquement, dessinent et prennent des notes. Il existe donc un rapport concret au réel, à l'observation et aux événements expérimentaux. La présence de ce rapport au réel ne suffit toutefois pas à garantir une mise à l'épreuve pleinement structurée des hypothèses. Le fait que les schémas soient particulièrement nombreux montre que les élèves cherchent à fixer visuellement leurs observations. Mais d'un autre côté, plusieurs éléments indiquent que cette mise à l'épreuve ne conduit pas à une appropriation complète de sa logique scientifique par les élèves. L'absence d'une planification explicite suggère que le protocole de vérification reste largement encadré par le déroulement prévu en séance. De la même manière, le fait que ces traces ne soient pas exploitées montre que ce qui a été produit n'est pas réinvesti comme un outil de réflexion. Ces traces existent, mais elles ne deviennent pas pleinement des supports pour penser. Elles témoignent de l'activité sans être systématiquement mobilisées pour alimenter la discussion ou aboutir à une conclusion.
La comparaison entre hypothèse et résultats vient renforcer cette interprétation. Nous constatons une confrontation entre l'anticipation et l'observation, mais elle n'est ni systémique, ni fortement exprimée. Mais, cette mise en relation constitue un point central dans tout raisonnement scientifique. Son caractère modéré indique que le dispositif permet cette comparaison, mais qu'elle n'est pas toujours pleinement investie par tous les élèves. Comme le rappelle Giordan (1999), la confrontation entre hypothèses et observations représente une étape clé de la démarche scientifique, elle permet précisément de transformer une anticipation en un objet susceptible d'être vérifié.

La pédagogie du projet présente ici un profil plus homogène tout en étant différent. Tous les indicateurs sont présent mais majoritairement à un niveau modéré. Ce n'est pas le cas pour

l'orientation vers une hypothèse qui est présent plus souvent. Les élèves planifient légèrement leur action. Ils l'orientent clairement selon une idée précise et produisent des traces qu'ils exploitent ponctuellement. Ils comparent parfois ce qui est attendu avec ce qui a été observé. Ce profil indique donc, qu'au sein de la pédagogie de projet, la mise à l'épreuve est davantage intégrée au déroulement même de l'activité. Les élèves sont engagés dans une dynamique d'action, testant, essayant, et chaque geste est clairement lié à une idée ou une intention précise. Ce profil indique que, au sein de la pédagogie de projet, la mise à l'épreuve est davantage intégrée au déroulement même de l'activité. Les élèves sont engagés dans une dynamique d'action. Ils testent, essayent et chaque geste est clairement lié à une idée ou à une intention précise. Ce résultat est important, car il montre que le projet ne se limite pas à une simple manipulation libre. Un lien identifiable existe entre ce que font les élèves et leur pensée sous-jacente. Cependant, cette présence plus régulière ne signifie pas nécessairement une rigueur accrue dans la mise à l'épreuve, puisque tous les indicateurs sauf un restent modérés. Cet aspect traduit plutôt une dynamique en place, mais encore peu stabilisée dans sa forme complète. Les élèves expérimentent sans que les phases de planification, de comparaison ou d'exploitation des traces ne soient particulièrement mises en avant. De ce fait, le raisonnement scientifique apparait ici davantage comme une pratique intégrée à l'action plutôt que comme une structure clairement définie.

En comparant les deux dispositifs, nous pouvons distinguer deux manières distinctes d'incarner la mise à l'épreuve. Dans la démarche scientifique, elle est théoriquement mieux structurée. Mais en pratique, elle reste partiellement investie. Les élèves observent et notent sans toujours réutiliser ou planifier ces données.
Dans la pédagogie de projet, la mise à l'épreuve est davantage intégrée dans l'activité. Elle est moins formalisée comme un moment précis, mais elle s'inscrit plutôt comme une dynamique pratique continue.
Cette distinction est importante, car elle souligne que les deux dispositifs ne sollicitent pas de la même façon le passage entre l'idée et l'expérience. La démarche scientifique place ce passage au cœur du dispositif. Mais les élèves ne s'approprient pas nécessairement toutes ses dimensions. La pédagogie de projet engage fortement les élèves dans l'action sans pour autant formaliser complétement les opérations de vérification.
Ces résultats indiquent que, dans la démarche scientifique, la structure de vérification est plus clairement mise en place, mais seulement partiellement intégrée par les élèves. Tandis que dans la pédagogie de projet, l'engagement pratique est plus prononcé, bien que la formalisation de la mise à l'épreuve reste limitée.

3.5.4. Analyse du rapport à l'erreur et à l'incertitude

La question de l'erreur occupe une place importante, car elle permet de déterminer si les élèves adoptent une posture véritablement exploratoire ou s'ils restent focalisés sur une réussite immédiate. Le rapport à l'erreur constitue également un indicateur clé de la nature du dispositif, selon que l'erreur est évitée, ignorée, reconnue, analysée ou réinvestie.
Dans la démarche scientifique, il n'y a pas de reconnaissance explicite de l'erreur. En revanche, nous pouvons noter à un niveau modéré des phénomènes d'analyse, d'ajustement, d'acceptation d'un résultat non concluant ainsi que de persévérance. Ce constat est particulièrement intéressant puisqu'il montre que l'erreur n'est pas au cœur du discours des élèves, mais qu'elle joue néanmoins un rôle régulateur. Autrement dit, les élèves ne formulent pas systématiquement « on s'est trompé », mais ils modifient parfois leur idée, poursuivent leur activité ou acceptent qu'un résultat ne soit pas immédiatement clair. L'erreur se manifeste donc plutôt comme un déplacement interne du raisonnement que par une verbalisation explicite. Cette particularité correspond au fonctionnement général du dispositif scientifique. Le cadre y est assez structuré, les situations sont conçues pour tester et vérifier des hypothèses. De plus, l'enseignant adopte une poste de neutralité cognitive. Ce qui importe n'est donc pas tant la reconnaissance verbale de l'échec que le processus de réajustement

qu'il engendre. Cet aspect rejoint les travaux d'Astolfi (1997), qui considère l'erreur non pas comme une faute à éviter, mais comme un signe du cheminement intellectuel et un soutien possible pour l'apprentissage.

La pédagogie du projet présente un profil inverse. La reconnaissance explicite de l'erreur y est présente, mais reste modérée. En revanche, ni l'analyse des causes ni l'acceptation des résultats non concluants ne sont observées, quant à l'ajustement et à la persévérance, ils apparaissent également à un niveau modéré. Ces résultats suggèrent que dans ce dispositif, l'erreur est davantage perçue comme un événement concret. Les élèves expérimentent et rencontrent des résultats inattendus, ils constatent que quelque chose ne fonctionne pas comme prévu. Ils reconnaissent donc que cela ne marche pas ou que le résultat diffère de leurs attentes. Cependant, cette reconnaissance ne conduit pas toujours à une analyse approfondie des causes. Ainsi, l'erreur reste davantage liée à l'expérience vécue qu'à un traitement cognitif explicite. Dans ce contexte, l'erreur semble plutôt constituer un événement lié à l'action qu'un objet de réflexion travaillé de manière explicite. De ce fait, la pédagogie de projet expose plus fréquemment les élèves au risque, à l'essai et à l'échec ponctuel, ce qui représente un point important. Mais, en rapprochant leur activité d'une exploration authentique, sans cadre supplémentaire, cette exposition ne garantit pas automatiquement un travail réflexif sur l'erreur. Celle-ci peut être rencontrée sans être réellement pensée.

En comparant ces deux dispositifs, deux statuts distincts de l'erreur apparaissent. Dans la démarche scientifique, l'erreur est peu exprimée. Toutefois, elle est intégrée dans un processus continu de révision. Alors que dans la pédagogie de projet, elle est plus visible sous la forme d'une expérience vécue, mais elle est moins transformée en objet d'analyse. Les deux dispositifs mobilisent donc une relation à l'incertitude et à l'ajustement. Cependant, cette relation prend des formes différentes favorisant soit une régulation plus discrète et intellectuelle, soit une confrontation plus directe mais moins réfléchie.
Du point de vue de la question de recherche, cette dimension montre que la relation à l'erreur est présente dans les deux approches, mais qu'elle n'est pleinement exploitée comme outil de révision du raisonnement ni dans l'une ni dans l'autre.

3.5.5. Analyse de l'esprit critique et de l'évolution du raisonnement

L'esprit critique représente l'un des axes majeurs de la problématique. Cette recherche ne cherche pas seulement à observer si les élèves participent ou agissent, mais plutôt de constater s'ils sont amenés à argumenter, à distinguer des faits et des opinions, à prendre en considération les données, à réviser leur point de vue, à confronter leurs idées et à questionner la validité des résultats. Cette dimension est donc cruciale pour répondre à la question de recherche.

Dans la démarche scientifique, les résultats révèlent une forte présence d'argumentation, d'évolution du point de vue et d'un regard critique. L'appui sur les faits, la distinction entre faits et opinions ainsi que la confrontation se situent à un niveau modéré. Cette configuration est très révélatrice. Elle indique que le dispositif favorise une activité intellectuelle où les élèves ne se contentent pas d'émettre une première idée. Les élèves la défendent, la développent et l'adaptent. Cet indicateur (évolution du point de vue) est fondamental. Il montre que les élèves ne restent pas figés dans une première représentation, mais qu'un véritable processus s'opère. Le regard critique portée sur la validité des résultats constitue également un indicateur important. Il souligne que les élèves ne prennent pas simplement l'observation comme une donnée immédiate. Ils sont capables de prendre du recul sur les résultats obtenus afin d'en interroger la solidité et les limites. Ce regard critique suggère que le dispositif ne se limite pas à produire des réponses, mais ouvre aussi à une activité de jugement. C'est ce que Astolfi (2008) défend. Selon lui l'esprit critique en science ne se réduit pas à exprimer une opinion,

mais implique de porter un jugement fondé sur des faits, des arguments et une certaine distance vis-à-vis des résultats obtenus.

La pédagogie du projet présente elle aussi certains indicateurs forts tels que l'appui sur les faits, le regard. Mais, l'argumentation, la distinction faits/opinions, la confrontation et l'évolution du point de vue apparaissent plutôt à un niveau modéré. Ce constat montre que l'esprit critique n'est pas absent dans cette pédagogie. Au contraire, les élèves s'appuient fortement sur leurs observations et développent également une forme de regard critique sur leurs résultats. Cela est important, car il permet d'éviter toute lecture simpliste qui réduirait le projet à une simple pédagogie du faire. Les élèves ne se contentent pas d'agir, ils observent, jugent, discutent et évaluent. Cependant, la manière dont cet esprit critique se manifeste semble différente selon la démarche.

Dans la démarche scientifique, il prend surtout la forme d'une argumentation et d'une évolution explicite du point de vue. Alors que dans la pédagogie de projet, il semble plus ancré dans le rapport aux faits et dans la confrontation concrète avec le résultat obtenu. Cette forme d'esprit critique est donc moins centrée sur l'explication que sur une évaluation concrète de ce qui a été observé ou produit. Dans la démarche scientifique, les résultats indiquent que l'esprit critique s'exprime sous une forme discursive et réflexive. Dans la seconde méthode, il se manifeste surtout à travers un rapport pragmatique et expérientiel aux faits observés.

Cette distinction est fondamentale pour tenter de répondre à la question. Elle montre que les deux dispositifs encouragent bien l'esprit critique, mais selon des modalités différentes. La démarche scientifique met en lumière un esprit critique argumentatif fondé sur la justification, le lien entre idées et leur révision explicite, tandis que la pédagogie du projet favorise un esprit critique basé sur la confrontation au réel où les élèves s'appuient sur les faits pour prendre du recul grâce à leur expérience. Il convient donc d'éviter une opposition trop simpliste entre un dispositif qui développerait l'esprit critique et un autre qui ne le ferait pas. Les résultats révèlent plutôt deux formes distinctes, une forme plus formalisée dans la démarche scientifique et une forme plus située dans l'action et l'observation propre à la pédagogie du projet.

3.5.6. Analyse de l'autonomie et de la posture scientifique

La dernière dimension analysée dans cette grille concerne l'autonomie et la posture scientifique. Ces deux dimensions sont transversales, car elles permettent de constater si les élèves se comportent comme de simples exécutants ou s'ils adoptent une posture de recherche, d'initiative, de régulation et de compréhension. Elles sont aussi d'une grande importance dans ce travail, puisque la pédagogie de projet est souvent liée à l'autonomie, alors que la démarche scientifique est parfois perçue comme plus encadrée. Les résultats permettent donc de dépasser les représentations générales pour analyser concrètement ce qui se passe.

Dans la démarche scientifique, il est noté une présence modérée des initiatives, des prises de décision, de l'autorégulation, de l'engagement et du rapport au produit. En revanche, la posture de recherche y est fortement marquée, alors que la coopération cognitive n'est pas observée. Ce profil indique que la démarche scientifique ne favorise pas nécessairement une autonomie visible dans l'organisation des actions ou dans la co-construction entre pairs. Les élèves n'y apparaissent pas très autonomes au sens d'une liberté dans leurs décisions ou leur coopération. Cependant, ils manifestent clairement une posture de recherche qui est orientée vers la compréhension du phénomène plutôt que vers la simple réalisation de la tâche. Ce constat est particulièrement important, car il révèle qu'il existe une forme d'autonomie qui ne se manifeste pas par une autonomie d'action mais plutôt par une autonomie cognitive. Cette distinction fait référence aux travaux de Raab (2014). Il déclare que l'autonomie scolaire ne se limite pas à la capacité d'agir seul, mais elle englobe la faculté d'organiser une activité de

compréhension, que ce soit individuellement ou en groupe. Les élèves ne contrôlent pas forcément le déroulement, ou alors ne coopèrent entre eux, mais ils sont engagés dans un processus visant à comprendre. Leur autonomie réside donc dans leur manière de penser, de s'interroger et de cherche à comprendre, plutôt que dans la gestion pratique de l'activité.

Dans le cadre de la pédagogie du projet, les initiatives sont très présentes. L'autorégulation, l'engagement, le rapport au produit ainsi que la coopération cognitive apparaissent à un niveau modéré. En revanche, les décisions sans validation immédiate et la posture de recherche ne sont pas observées. Ce profil dessine une autre forme d'autonomie. Les élèves prennent des initiatives, s'impliquent et interagissent davantage. Nous observons donc clairement une autonomie plus manifeste dans l'action. Ils osent proposer des idées, commencer des tâches, essayer et poursuivre leurs efforts sans rester passifs. Toutefois, cette autonomie d'action ne s'accompagne pas nécessairement d'une posture de recherche telle que définie dans la grille. Cela signifie que l'activité n'est pas principalement orientée vers la compréhension du phénomène, mais plutôt vers l'avancement du projet, l'exploration pratique, l'expérimentation et les essais en tout genre. Autrement dit, les élèves sont autonomes quant à ce qu'ils font, mais moins dans une logique explicite visant à construire une compréhension approfondie.
Ce résultat joue un rôle central dans cette recherche, car il permet d'aller au-delà de l'idée reçue selon laquelle la pédagogie du projet favoriserait globalement plus d'autonomie. Les résultats montrent que l'interprétation dépend du type d'autonomie retenu comme référence. Si nous entendons par autonomie la capacité à prendre des initiatives, agir et s'engager alors c'est clairement cette pédagogie qui favorise cet aspect. Mais, si nous considérons l'autonomie comme celle liée à une posture réflexive orientée vers la compréhension, alors c'est plutôt la démarche scientifique qui met cette forme en lumière.

La comparaison entre ces deux dispositifs révèle donc qu'ils développent des types différents d'autonomie. L'autonomie de la démarche scientifique apparait davantage comme autonomie intellectuelle, réflexive et tournée vers le sens, tandis que l'autonomie de la pédagogie du projet se manifeste sous forme d'une autonomie pratique, mise en action et prise d'initiative.

3.6. Réponse à la question de recherche

À partie des analyses précédentes, il est désormais possible de formuler une réponse approfondie à la question de recherche. Celle-ci porte sur la manière dont la démarche scientifique et la pédagogie de projet diffèrent dans l'utilisation des outils du raisonnement scientifique chez les élèves, notamment ce qui concerne la problématisation, les hypothèses, l'esprit critique et l'autonomie.

Les résultats indiquent d'abord que ces deux dispositifs mobilisent effectivement des composantes du raisonnement scientifique. Dans les deux cas, les élèves s'interrogent, anticipent, observent, justifient et s'appuient sur des faits et ils développent un regard critique. Les résultats ne permettent toutefois pas d'opposer les deux démarches en termes de qualité du travail intellectuel. Les deux méthodes impliquent un travail intellectuel réel.

Cependant, ce travail intellectuel ne se manifeste pas de la même manière. La démarche scientifique met davantage en avant ce qui rend le raisonnement scientifique explicite et visible. Elle fait ressortir le problème comme une tension intellectuelle, les hypothèses comme des propositions formulées et justifiées, l'argumentation comme une mise en relation logique, et la posture de recherche comme une orientation vers la compréhension. De ce fait, elle rend plus apparents les outils du raisonnement scientifique.

La pédagogie du projet, pour sa part, mobilise le raisonnement scientifique surtout à travers l'action. Le problème y est plus approprié par les élèves eux-mêmes, les hypothèses sont

intégrées davantage à l'activité qu'explicitées formellement. La mise à l'épreuve s'effectue principalement par l'exploration concrète et l'autonomie s'exprime surtout sous forme d'initiative et d'engagement pratique. Le raisonnement scientifique y est donc bien présent, mais sous une forme plus diffuse, donc moins formalisée et moins explicitement structurée.

La différence principale entre ces deux dispositifs ne réside donc pas dans la présence ou l'absence du raisonnement scientifique, mais plutôt dans la manière dont il est mobilisé. La démarche scientifique vise à en faire un objet visible, structuré et explicite, travaillé étape par étape. Alors que la pédagogie de projet l'intègre dans une dynamique globale d'action, d'appropriation et d'engagement où les opérations intellectuelles sont présentes, mais souvent implicites ou fusionnées avec l'action.

Ainsi, les résultats de cette recherche conduisent à conclure que la démarche scientifique apparait comme un dispositif qui rend visibles les opérations constitutives du raisonnement scientifique, alors que la pédagogie du projet engage fortement les élèves dans une activité porteuse de sens où ces opérations sont plus fréquemment implicites ou embarquées dans l'action. Cette conclusion répond directement à la question posée : ces deux approches diffèrent moins par leur recours au raisonnement scientifique que par le degré de formalisation, de visibilité et de structuration qu'elles accordent aux outils qui le composent.

Conclusion

Cette recherche s'inscrit dans une démarche visant à mieux comprendre les enjeux liés à l'enseignement de sciences à l'école primaire, plus précisément en ce qui concerne la mobilisation du raisonnement scientifique par les élèves. Elle cherchait donc à analyser en quoi la démarche scientifique et la pédagogie de projet diffèrent dans leur manière d'utiliser les outils du raisonnement scientifique.
L'analyse des données collectées suggère que ces deux méthodes, bien qu'elles impliquent toutes deux les élèves dans une activité, ne reposent pas sur les mêmes principes d'apprentissage. Les résultats révèlent que la démarche scientifique s'inscrit dans un cadre structuré qui favorise une progression claire du raisonnement, en guidant les élèves dans la formulation de questions, la vérification d'hypothèses et l'interprétation des résultats. Elle semble soutenir un travail centré sur la construction progressive des savoirs scientifiques et sur l'explication de certaines opérations du raisonnement.
À l'inverse, la pédagogie de projet repose sur une organisation plus souple, centrée sur la réalisation d'une production ou la résolution d'une situation concrète. Les résultats montrent que cette approche favorise l'engagement des élèves, leur participation active aux tâches ainsi que le développement de certains aspects de l'autonomie. Cependant, cette flexibilité peut aussi conduite à une mobilisation moins explicite du raisonnement scientifique, surtout lorsque les activités favorisent davantage l'action ou la mise en pratique plutôt que l'analyse et la mise en relation des phénomènes observées.

Ces résultats incitent à dépasser une opposition trop simpliste entre ces deux approches. Ils suggèrent plutôt qu'elles répondent à des objectifs en partie différents et qu'elles nécessitent des conditions spécifiques pour leur mise en œuvre. La démarche scientifique semble particulièrement adaptée pour structurer et rendre visibles les étapes du raisonnement. Alors que la pédagogie de projet peut constituer un levier intéressant pour motiver les élèves et donner du sens aux apprentissages. Cependant, cette dernière requiert un accompagnement rigoureux afin d'éviter que les apprentissages scientifiques ne soient relégués au second plan. Dans ce contexte, le rôle de l'enseignant se révèle être essentiel. Il ne s'agit pas seulement de proposer des activités, mais aussi d'organiser les situations d'apprentissage de manière à soutenir les processus cognitifs ciblés. Cela implique notamment de rendre les démarches explicites, d'encourager la verbalisation, d'accompagner la formulation des hypothèses et de guider l'analyse des résultats. Autrement dit, l'autonomie des élèves ne peut se développer durablement sans un cadre structurant et un étayage approprié.

Cependant, ces résultats doivent être interprétés en tenant compte de ces limites. Cette étude repose sur un nombre restreint de classe et sur une expérimentation de court terme. De ce fait, cela empêche de généraliser les conclusions à tous les contextes scolaires. Par ailleurs, les données recueillies dépendent fortement des conditions de mis en œuvre, de mes choix didactiques ainsi que des caractéristiques propres aux élèves et aux classes observés.

Ces éléments invitent donc à aborder les résultats avec prudence et à les considérer davantage comme des pistes de réflexion que comme de conclusions définitives. Au-delà des limites de cette recherche, ce travail a constitué une contribution significative à ma formation professionnelle. Cette étude a permis d'approfondir ma compréhension des enjeux liés à l'enseignement des sciences et de prendre conscience de la complexité des choix pédagogies. Ce travail m'a également fait réfléchir sur mes propres représentations de la mise en activité des élèves, en distinguant plus nettement l'engagement dans la tâche de celui de raisonnement.

Dans ma pratique future, cette recherche m'incite à accorder une attention particulière à la cohérence entre les objectifs d'apprentissage et les dispositifs mis en œuvre. Il s'agira de

veiller à ce que les situations proposées permettent réellement aux élèves de développer des compétences en raisonnement scientifique, tout en cherchant un équilibre pertinent entre la structuration et l'ouverture. Cela me conduit, dans ma future pratique, à ne pas opposer ces approches, mais à chercher concrètement à les combiner selon les objectifs que je souhaite atteindre et le type de raisonnement que je veux réellement favoriser chez mes élèves.

Enfin, cette recherche ouvre des perspectives intéressantes. Il serait pertinent d'approfondir cette analyse sur une période plus étendue ou dans des contextes divers, afin de saisir au mieux les conditions qui favorisent une articulation efficace entre la démarche scientifique et la pédagogie de projet. De plus, une étude plus ciblée sur les modalités d'accompagnement de l'enseignant contribuerait à mieux identifier les leviers soutenant le développement conjoint de l'autonomie et du raisonnement scientifique.

Ainsi, ce travail met en lumière que la question ne se limite pas au simple choix d'un dispositif pédagogique, mais concerne surtout la manière dont il est mis en œuvre pour soutenir les apprentissages ciblés. Dans un contexte éducatif où le développement de l'esprit critique et de l'autonomie représente un enjeu majeur, cette réflexion s'avère essentielle pour concevoir un enseignement des sciences à la fois cohérent et porteur de sens pour les élèves.

Références bibliographiques

Astolfi, J.-P. (1997). *L'erreur, un outil pour enseigner*. ESF.

Astolfi, J.-P. (2008). *La saveur des savoirs : Disciplines et plaisir d'apprendre*. ESF.

Bécu-Robinault, K. (2017). *Didactique des sciences physiques*. De Boeck.

Boilevin, J.-M. (2013). *Didactique des sciences expérimentales*. De Boeck.

Bordalo, M., & Ginestet, J. (2006). *Pour une pédagogie du projet.* Hachette Education.

Bousadra, F., & Hasni, A. (2012). La pédagogie du projet et l'enseignement des sciences : Bilan et perspectives. *Formation et profession, 20*(2), 23–38.

Boutinet, J.-P. (1990). *Anthropologie du projet*. Presses universitaires de France.

Cariou, J.-Y. (2007). *La formation de l'esprit scientifique : Contribution à une théorie didactique* [Thèse de doctorat, Université de Nantes].

Charlot, B. (1997). *Du rapport au savoir : Éléments pour une théorie*. Anthropos.

Clark, C. (2006). *Speaking and listening in classrooms: A guide to effective practice*. Open University Press.

Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin. (2010). *Plan d'études romand*. CIIP.

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist, 55*(1), 68–78.

De Vecchi, G., & Carmona-Magnaldi, M. (2002). *La démarche d'investigation scientifique : Pour une initiation à la pensée scientifique*. Hachette Éducation.

Dewey, J. (1938). *Experience and education*. Macmillan.

Fabre, M. (2009). *Penser en situations : La problématisation en sciences humaines*. Presses universitaires de France.

Fabre, M., & Orange, C. (1997). Construction des problèmes et franchissements d'obstacles. *Aster, 24*, 37–57. https://www.persee.fr/doc/aster_0297-9373_1997_num_24_1_1093

Foray, P. (2017). *L'autonomie de l'élève : Fondements philosophiques et enjeux éducatifs*. Presses universitaires de France.

Gauthier, C., & Tardif, M. (1996). *La pédagogie : Théories et pratiques de l'Antiquité à nos jours*. Gaëtan Morin.

Giordan, A. (1999). *Une didactique pour les sciences expérimentales*. Belin.

Giordan, A., & De Vecchi, G. (1996). *Les origines du savoir : Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Delachaux et Niestlé.

Helle, L., Tynjälä, P., Olkinuora, E., & Lonka, K. (2007). Project-based learning in post-secondary education: Theory, practice and rubber sling shots. *Higher Education, 51*(2), 287–314.

Host, V. (1990). *Didactique des sciences expérimentales*. Presses universitaires de France.

Jang, H., Kim, E. J., & Reeve, J. (2016). Why students become more engaged or more disengaged during the semester: A self-determination theory dual-process model. *Learning and Instruction, 43*, 27–38.

Katz, L. G., & Chard, S. C. (2006). *The power of projects: Meeting contemporary challenges in early childhood classrooms*. Teachers College Press.

Kilpatrick, W. H. (1918). The project method. *Teachers College Record, 19*(4), 319–335.

Lahire, B. (2001). *L'homme pluriel : Les ressorts de l'action*. Seuil.

Loyens, S. M. M., Magda, J., & Rikers, R. M. J. P. (2008). Self-directed learning in problem-based learning and its relationships with self-regulated learning. *Educational Psychology Review, 20*(4), 411–427.

Meirieu, P. (1998). *Apprendre… oui, mais comment ?* ESF.

Orange, C. (2005). *La problématisation : Une nouvelle approche de la construction du savoir scientifique*.DeBoeck.
https://shs.cairn.info/revue-les-sciences-de-l-education-pour-l-ere-nouvelle-2005-3-page-69
https://www.unige.ch/fapse/ldes/application/files/6215/0520/3267/LSDLE_383_0069.pdf

Perrenoud, P. (1997). *Construire des compétences dès l'école*. ESF.
Perrenoud, P. (1997). Apprendre à l'école à travers des projets. In *Construire des compétences dès l'école* (pp. 109–124). ESF.
Raab, J. (2014). *Autonomie et apprentissage coopératif : Perspectives vygotskiennes*. L'Harmattan.
Rostand, J. (1958). *Inquiétudes d'un biologiste*. Stock.
Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. Autodesk Foundation.
Tricot, A. (2017). *Apprendre avec les pédagogies explicites*. Retz.
Vygotski, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
Xie, K., Wang, M., & Hu, Y. (2018). Thinking actively in a flipped classroom: Student learning outcomes and perceptions. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 15*(1), 12–25.

Annexes

Annexe 1 grille analytique

Codes utilisés (identiques partout)

- 0 = Non observé
- 1 = Observé une fois ou de manière isolée
- 2 = Observé plusieurs fois chez différents élèves

1. CONSTRUCTION DU PROBLÈME SCIENTIFIQUE (PROBLÉMATISATION)
La capacité des élèves à comprendre une situation, à identifier un problème scientifique et à le maintenir comme fil conducteur.

Critère observé	Indicateurs observables concrets (exemples inclus)	Données (0–2)
Compréhension initiale de la situation-problème	Reformulation du problème avec leurs mots (« on doit comprendre pourquoi… »)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Des éléments clés de la situation sont explicitement nommés (objet, phénomène, condition)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Identification d'un problème	Expression d'un obstacle ou d'un manque (on ne sait pas, etc.)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Formulation d'un étonnement ou d'une contradiction (« normalement…, mais là… »)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Présence de questions portant sur un phénomène observable	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Distinction but / problème	Les élèves distinguent la tâche à réaliser de ce qu'il faut comprendre	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Qualité du questionnement	Questions explicatives (« pourquoi… », « comment ça fonctionne… »)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Questions descriptives (« qu'est-ce que c'est… »)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Questions opératoires (« comment faire pour tester… »)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Origine du questionnement	Questions formulées spontanément par les élèves	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Questions déclenchées par l'enseignant	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Reformulation collective	Le problème est repris et reformulé lors d'échanges collectifs	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Maintien du problème	Références explicites au problème pendant l'activité (« au début on voulait savoir… »)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐

2. FORMULATION D'HYPOTHÈSES
La capacité des élèves à proposer des hypothèses scientifiques liées au problème.

Critère observé	Indicateurs observables concrets	Données (0–2)
Émergence des hypothèses	Des propositions sont formulées comme tentatives de réponse au problème	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Les élèves utilisent des marqueurs hypothétiques (« je pense que… », « peut-être que… »)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐

Critère observé	Indicateurs observables concrets	Données (0–2)
Support de formulation	Hypothèses exprimées oralement	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Hypothèses exprimées par écrit ou schéma	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Nature des hypothèses	Hypothèses explicatives (cause, mécanisme)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Hypothèses prédictives (anticipation d'un résultat observable)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Hypothèses opératoires (choix d'action orientés vers une vérification)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Lien hypothèse / problème	Les hypothèses font explicitement référence au problème posé	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Justification	Les élèves justifient une hypothèse par une expérience, une observation ou un savoir scolaire	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Pluralité	Plusieurs hypothèses différentes sont envisagées	0 ☐ 1 ☐ 2

3. MISE À L'ÉPREUVE DES HYPOTHÈSES ET TRACES

La capacité à tester, observer et garder des traces exploitables.

Critère observé	Indicateurs observables concrets	Données (0–2)
Planification	Les élèves expliquent ce qu'ils vont faire pour vérifier une hypothèse	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Orientation de l'action	Les actions sont clairement reliées à une hypothèse	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Traces produites	Prises de notes (mots, phrases, tableaux)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Dessins ou schémas d'observation	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Exploitation des traces	Les traces sont réutilisées pour discuter ou conclure	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Comparaison hypothèse / résultat	Les élèves comparent explicitement ce qui était prévu et ce qui est observé	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐

4. RAPPORT À L'ERREUR ET À L'INCERTITUDE

L'erreur comme objet de réflexion scientifique.

Critère observé	Indicateurs observables concrets	Données (0–2)
Reconnaissance de l'erreur	Les élèves verbalisent un échec ou un résultat inattendu	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Analyse	Recherche de causes possibles de l'erreur (discussion, retour hypothèses, questions)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Ajustement	Modification de la démarche ou de l'hypothèse après erreur	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Rapport à l'incertitude	Acceptation de résultats non concluants	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Persévérance	Reprise de l'activité après un échec	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐

5. ESPRIT CRITIQUE ET ÉVOLUTION DU RAISONNEMENT
Argumenter, confronter et faire évoluer sa pensée.

Critère observé	Indicateurs observables concrets	Données (0–2)
Argumentation	Raisonnements de type « parce que… donc… »	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Appui sur les faits	Référence explicite aux observations ou données	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Faits / opinions	Distinction entre ce qui est observé et ce qui est pensé	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Confrontation	Discussion et prise en compte des idées des autres	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Évolution	Modification ou abandon d'un point de vue	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Regard critique	Questionnement sur les limites ou la validité des résultats	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐

6. AUTONOMIE ET POSTURE SCIENTIFIQUE
Des comportements observables traduisant une posture de recherche.

Critère observé	Indicateurs observables concrets	Données (0–2)
Initiatives	Propositions spontanées d'idées ou d'actions	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Décisions	Choix réalisés sans validation immédiate de l'enseignant	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Autorégulation	Ajustements réalisés sans aide extérieure	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Engagement	Implication verbale et attention soutenue	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Posture de recherche	Recherche de compréhension plutôt que de simple réussite	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Rapport au produit	Le produit est utilisé comme moyen de comprendre	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Coopération cognitive	Co-construction d'idées entre élèves	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐

Annexe 2 Grille de résultats de la démarche scientifique

Codes utilisés (identiques partout)

- 0 = Non observé
- 1 = Observé une fois ou de manière isolée
- 2 = Observé plusieurs fois chez différents élèves

1. CONSTRUCTION DU PROBLÈME SCIENTIFIQUE (PROBLÉMATISATION)
La capacité des élèves à comprendre une situation, à identifier un problème scientifique et à le maintenir comme fil conducteur.

Critère observé	**Indicateurs observables concrets (exemples inclus)**	**Données (0–2)**
Compréhension initiale de la situation-problème	Reformulation du problème avec leurs mots (« on doit comprendre pourquoi… »)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Des éléments clés de la situation sont explicitement nommés (objet, phénomène, condition)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Identification d'un problème	Expression d'un obstacle ou d'un manque (on ne sait pas, etc.)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Formulation d'un étonnement ou d'une contradiction (« normalement…, mais là… »)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Présence de questions portant sur un phénomène observable	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Distinction but / problème	Les élèves distinguent la tâche à réaliser de ce qu'il faut comprendre	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Qualité du questionnement	Questions explicatives (« pourquoi… », « comment ça fonctionne… »)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Questions descriptives (« qu'est-ce que c'est… »)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Questions opératoires (« comment faire pour tester… »)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Origine du questionnement	Questions formulées spontanément par les élèves	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Questions déclenchées par l'enseignant	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Reformulation collective	Le problème est repris et reformulé lors d'échanges collectifs	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Maintien du problème	Références explicites au problème pendant l'activité (« au début on voulait savoir… »)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐

2. FORMULATION D'HYPOTHÈSES
La capacité des élèves à proposer des hypothèses scientifiques liées au problème.

Critère observé	**Indicateurs observables concrets**	**Données (0–2)**
Émergence des hypothèses	Des propositions sont formulées comme tentatives de réponse au problème	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Les élèves utilisent des marqueurs hypothétiques (« je pense que… », « peut-être que… »)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Support de formulation	Hypothèses exprimées oralement	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐

Critère observé	Indicateurs observables concrets	Données (0–2)
	Hypothèses exprimées par écrit ou schéma	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Nature des hypothèses	Hypothèses explicatives (cause, mécanisme)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Hypothèses prédictives (anticipation d'un résultat observable)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Hypothèses opératoires (choix d'action orientés vers une vérification)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Lien hypothèse / problème	Les hypothèses font explicitement référence au problème posé	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Justification	Les élèves justifient une hypothèse par une expérience, une observation ou un savoir scolaire	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Pluralité	Plusieurs hypothèses différentes sont envisagées	0 ☐ 1 ☐ 2

3. MISE À L'ÉPREUVE DES HYPOTHÈSES ET TRACES

La capacité à tester, observer et garder des traces exploitables.

Critère observé	Indicateurs observables concrets	Données (0–2)
Planification	Les élèves expliquent ce qu'ils vont faire pour vérifier une hypothèse	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Orientation de l'action	Les actions sont clairement reliées à une hypothèse	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Traces produites	Prises de notes (mots, phrases, tableaux)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Dessins ou schémas d'observation	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Exploitation des traces	Les traces sont réutilisées pour discuter ou conclure	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Comparaison hypothèse / résultat	Les élèves comparent explicitement ce qui était prévu et ce qui est observé	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐

4. RAPPORT À L'ERREUR ET À L'INCERTITUDE

L'erreur comme objet de réflexion scientifique.

Critère observé	Indicateurs observables concrets	Données (0–2)
Reconnaissance de l'erreur	Les élèves verbalisent un échec ou un résultat inattendu	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Analyse	Recherche de causes possibles de l'erreur (discussion, retour hypothèses, questions)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Ajustement	Modification de la démarche ou de l'hypothèse après erreur	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Rapport à l'incertitude	Acceptation de résultats non concluants	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Persévérance	Reprise de l'activité après un échec	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐

5. ESPRIT CRITIQUE ET ÉVOLUTION DU RAISONNEMENT
Argumenter, confronter et faire évoluer sa pensée.

Critère observé	Indicateurs observables concrets	Données (0–2)
Argumentation	Raisonnements de type « parce que… donc… »	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Appui sur les faits	Référence explicite aux observations ou données	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Faits / opinions	Distinction entre ce qui est observé et ce qui est pensé	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Confrontation	Discussion et prise en compte des idées des autres	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Évolution	Modification ou abandon d'un point de vue	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Regard critique	Questionnement sur les limites ou la validité des résultats	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐

6. AUTONOMIE ET POSTURE SCIENTIFIQUE
Des comportements observables traduisant une posture de recherche.

Critère observé	Indicateurs observables concrets	Données (0–2)
Initiatives	Propositions spontanées d'idées ou d'actions	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Décisions	Choix réalisés sans validation immédiate de l'enseignant	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Autorégulation	Ajustements réalisés sans aide extérieure	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Engagement	Implication verbale et attention soutenue	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Posture de recherche	Recherche de compréhension plutôt que de simple réussite	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Rapport au produit	Le produit est utilisé comme moyen de comprendre	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Coopération cognitive	Co-construction d'idées entre élèves	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐

Codes utilisés (identiques partout)

- 0 = Non observé
- 1 = Observé une fois ou de manière isolée
- 2 = Observé plusieurs fois chez différents élèves

1. CONSTRUCTION DU PROBLÈME SCIENTIFIQUE (PROBLÉMATISATION)
La capacité des élèves à comprendre une situation, à identifier un problème scientifique et à le maintenir comme fil conducteur.

Critère observé	**Indicateurs observables concrets (exemples inclus)**	**Données (0–2)**
Compréhension initiale de la situation-problème	Reformulation du problème avec leurs mots (« on doit comprendre pourquoi… »)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Des éléments clés de la situation sont explicitement nommés (objet, phénomène, condition)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Identification d'un problème	Expression d'un obstacle ou d'un manque (on ne sait pas, etc.)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Formulation d'un étonnement ou d'une contradiction (« normalement…, mais là… »)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Présence de questions portant sur un phénomène observable	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Distinction but / problème	Les élèves distinguent la tâche à réaliser de ce qu'il faut comprendre	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Qualité du questionnement	Questions explicatives (« pourquoi… », « comment ça fonctionne… »)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Questions descriptives (« qu'est-ce que c'est… »)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Questions opératoires (« comment faire pour tester… »)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Origine du questionnement	Questions formulées spontanément par les élèves	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Questions déclenchées par l'enseignant	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Reformulation collective	Le problème est repris et reformulé lors d'échanges collectifs	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Maintien du problème	Références explicites au problème pendant l'activité (« au début on voulait savoir… »)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐

2. FORMULATION D'HYPOTHÈSES
La capacité des élèves à proposer des hypothèses scientifiques liées au problème.

Critère observé	**Indicateurs observables concrets**	**Données (0–2)**
Émergence des hypothèses	Des propositions sont formulées comme tentatives de réponse au problème	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Les élèves utilisent des marqueurs hypothétiques (« je pense que… », « peut-être que… »)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Support de formulation	Hypothèses exprimées oralement	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐

Critère observé	Indicateurs observables concrets	Données (0–2)
	Hypothèses exprimées par écrit ou schéma	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Nature des hypothèses	Hypothèses explicatives (cause, mécanisme)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Hypothèses prédictives (anticipation d'un résultat observable)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Hypothèses opératoires (choix d'action orientés vers une vérification)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Lien hypothèse / problème	Les hypothèses font explicitement référence au problème posé	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Justification	Les élèves justifient une hypothèse par une expérience, une observation ou un savoir scolaire	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Pluralité	Plusieurs hypothèses différentes sont envisagées	0 ☐ 1 ☐ 2

3. MISE À L'ÉPREUVE DES HYPOTHÈSES ET TRACES
La capacité à tester, observer et garder des traces exploitables.

Critère observé	Indicateurs observables concrets	Données (0–2)
Planification	Les élèves expliquent ce qu'ils vont faire pour vérifier une hypothèse	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Orientation de l'action	Les actions sont clairement reliées à une hypothèse	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Traces produites	Prises de notes (mots, phrases, tableaux)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
	Dessins ou schémas d'observation	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Exploitation des traces	Les traces sont réutilisées pour discuter ou conclure	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Comparaison hypothèse / résultat	Les élèves comparent explicitement ce qui était prévu et ce qui est observé	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐

4. RAPPORT À L'ERREUR ET À L'INCERTITUDE
L'erreur comme objet de réflexion scientifique.

Critère observé	Indicateurs observables concrets	Données (0–2)
Reconnaissance de l'erreur	Les élèves verbalisent un échec ou un résultat inattendu	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Analyse	Recherche de causes possibles de l'erreur (discussion, retour hypothèses, questions)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Ajustement	Modification de la démarche ou de l'hypothèse après erreur	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Rapport à l'incertitude	Acceptation de résultats non concluants	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Persévérance	Reprise de l'activité après un échec	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐

5. ESPRIT CRITIQUE ET ÉVOLUTION DU RAISONNEMENT
Argumenter, confronter et faire évoluer sa pensée.

Critère observé	Indicateurs observables concrets	Données (0–2)
Argumentation	Raisonnements de type « parce que… donc… »	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Appui sur les faits	Référence explicite aux observations ou données	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Faits / opinions	Distinction entre ce qui est observé et ce qui est pensé	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Confrontation	Discussion et prise en compte des idées des autres	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Évolution	Modification ou abandon d'un point de vue	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Regard critique	Questionnement sur les limites ou la validité des résultats	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐

6. AUTONOMIE ET POSTURE SCIENTIFIQUE
Des comportements observables traduisant une posture de recherche.

Critère observé	Indicateurs observables concrets	Données (0–2)
Initiatives	Propositions spontanées d'idées ou d'actions	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Décisions	Choix réalisés sans validation immédiate de l'enseignant	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Autorégulation	Ajustements réalisés sans aide extérieure	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Engagement	Implication verbale et attention soutenue	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Posture de recherche	Recherche de compréhension plutôt que de simple réussite	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Rapport au produit	Le produit est utilisé comme moyen de comprendre	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Coopération cognitive	Co-construction d'idées entre élèves	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐

annexe 4 tableau outil IA

Outil d'IAg	Type d'utilisation	Prompts utilisés et lien vers les conversations ou les conversations intégrales	Partie(s) du travail concerné(s) ou no de pages
Chatgpt version 22 avril :	Synthèse	https://chatgpt.com/c/68076b19-9788-8010-8a74-8fea3b9cfaef	Objectif
Chatgpt version 22 avril	Synthèse	https://chatgpt.com/c/68078977-d05c-8010-a0e7-00aca1c46c64	Problématique (introduction)
Chatgpt version 23 avril	Reformulation	https://chatgpt.com/c/68088d8b-fa54-8010-9572-558af6b63162	Démarche scientifique (introduction)
Chatgpt version 23 avril	Reformulation	https://chatgpt.com/c/68089729-2e30-8010-9bcd-44655800e548	Méthodologie (validité et limite)
Chatgpt version 23 avril	Reformulation	https://chatgpt.com/c/6808a052-5ed0-8010-b290-e1fabdf07ca7	Démarche de recherche (canevas)
Chatgpt version 24 avril	Reformulation	https://chatgpt.com/c/6809e5f5-72dc-8010-b657-25819d2241b3	Pédagogie du projet
Chatgpt version 12 août 2025	Reformulation	https://chatgpt.com/c/69e0a5a9-df44-838c-813d-d79090f15652	Intérêt de la recherche
Chatgpt version 12 août 2025	Synthèse	https://chatgpt.com/c/69e0a8dc-2010-838d-91c0-b0285ffe13d2	Le modèle DiPHTeRIC
Chatgpt version 13 août 2025	Synthèse	https://chatgpt.com/c/69e0abc6-2368-838c-9212-d3ec18aec4dc	La démarche scientifique : un outil cognitif et social,
Chatgpt version 25 août 2025	Reformulation	https://chatgpt.com/c/69e0aa6e-a768-8391-a8df-3c234fd9105f	Approches philosophique et sociologique de l'autonomie
Chatgpt version 25 août 2025	Synthèse	https://chatgpt.com/c/69e0aae7-1020-8391-8b7f-d850691c82e3	L'autonomie comme co-construction, origine et ancrage

Chatgpt version 10 novembre 2025	Reformulation	https://chatgpt.com/c/69e0a4d4-1068-8392-947b-40c84ffe897c	Type de recherche/approche théorique
Chatgpt version 28 mars 2026	Reformulation et synthèse	https://chatgpt.com/c/69e1f77f-bbc0-8388-98fc-f929d3aaa07c	Analyse des résultats
Chatgpt version 4 avril 2026	Reformulation et synthèses	https://chatgpt.com/c/69e1f670-0964-8386-87d1-4da1744e22a5	Conclusion