

DÉMARCHE D'INVESTIGATION DANS L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES DE LA NATURE À L'ÉCOLE PRIMAIRE: Effets sur la motivation et les représentations des élèves et conséquences sur la formation des enseignant(e)s

Laurent Dubois¹, Andreas Müller², Marine Deleval³

¹Section des sciences de l'éducation, Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, Université de Genève

²Section Physique, Faculté des Sciences, Université de Genève

³Inspé Lille Hauts de France & Univ. Lille, ULR 4072 - PSITEC - Psychologie : Interactions Temps Émotions Cognition, F-59000 Lille, France

*Please address all correspondence to Laurent Dubois, laurent.dubois@unige.ch

STRUCTURED ABSTRACT

Purpose: In the current study, we investigate the effects of new science & technology teaching materials and sequences for primary school with a focus on inquiry on aspects related to motivation (pleasure, academic self-concept/perceived competence) as well as student ideas about of science (scientific approach, usefulness of science).

Sample/Setting: Participants ($N = 180$) were from ten 5th and 6th year classes of primary schools in the canton of Geneva (international classification: ISCED 2, UNESCO 2011). They followed one among five newly designed learning sequences with 4 lessons (90 min. each) over 2 months.

Design and Methods: In a quasi-experimental pre / post design, the three dimensions “Usefulness of Science”, “Scientific approach” and “Perceived Competence in Science” were assessed by a questionnaire. Internal consistency was acceptable to good ($\alpha_c = 0.72, 0.75, 0.66$ at pre-test, respectively; similar at post-test). An ANCOVA with sequence type and measurement time as independent variables and gender as covariate was carried out. Effect sizes are reported as Cohen d .

Results: The sequences as a whole show a positive effect on the understanding of the scientific approach ($d = 0.28$), no effect on perceived competence, and a negative effect on perceived utility ($d = -0.27$). Some interesting findings result from more detailed analysis:

Girls benefit more from the learning sequences than boys: for understanding of the scientific approach and perceived science competence a difference to the disadvantage of girls was found before the learning sequences ($d = -0.38, -0.36$, respectively), but not after; understanding of the scientific approach improves for girls ($d = 0.5$), but not for boys, and perceived science competence stays stable for girls, but decreases for boys ($d = -0.37$).

Note that while most of these effects are small, they occurred after a rather short teaching time (360 min.), indicating that they are worth of interest.

Conclusions/Implications for classroom practice and future research: While there are some positive effects by the introduction of new teaching sequences like the ones studied here, there are also negative findings (e.g. for perceived utility), and positive ones are inconsistent for boys and girls, and across types of sequence. To see practices evolve and really have a lasting impact on students' motivation and ideas about science developing a few new sequences is probably not enough. A systemic change including a coherent, continued development of several sequences, an intensification of initial and continuous training, and an institutional upgrading of science education seem essential.

Keywords: Inquiry based learning, motivation, self-concept, nature of science, science beliefs
Démarche d'investigation, motivation, concept de soi, nature de la science, représentations

Received: July 2020. **Accepted:** January 2021.

1 INTRODUCTION

Cette recherche est ancrée dans un contexte de changement, tant au niveau de l'introduction de nouveaux moyens d'enseignement et de nouvelles séquences de sciences de la nature mettant en exergue la démarche d'investigation, qu'au niveau des dispositifs mis en place par les institutions scolaires pour revaloriser l'enseignement des sciences et des MITIC (Médias, images et technologies de l'information et de la communication) à l'école obligatoire (Plan MSN¹, année des sciences et des technologies 2018-2019²). Ces mesures cherchent également à amoindrir les stéréotypes de genre, étant donné que les filières scientifiques restent l'apanage des garçons.

Depuis plusieurs décennies, la didactique des sciences a développé des séquences didactiques que l'ingénierie didactique a pu mettre à l'épreuve dans le cadre de recherches spécifiques. Leur efficacité a donc été éprouvée dans des contextes bien définis auprès d'un groupe souvent restreint d'élèves.

Notre intention ici consiste à nous interroger sur la diffusion des séquences d'enseignement-apprentissage auprès des enseignants du primaire et sur l'effet de ces séquences sur les élèves. En effet, si la mise à disposition de moyens d'enseignement et de séquences d'enseignement-apprentissage de sciences de la nature est une bonne chose, il est nécessaire de s'interroger sur leurs conditions d'implémentation et les effets produits sur les élèves.

Par ailleurs, une grande partie des recherches en didactique des sciences ont mis l'accent sur l'acquisition de notions et de concepts scientifiques. Nous nous intéresserons dans le cadre de ce travail aux aspects liés à la motivation (plaisir, estime de soi) ainsi qu'aux représentations des élèves sur la science (démarche scientifique, utilité des sciences, épistémologie).

En effet, une des grandes intentions de l'enseignement des sciences à l'heure actuelle consiste non seulement à faire acquérir des connaissances scientifiques, des notions, des concepts et des modèles, mais aussi de rendre les élèves conscients des modes de production des connaissances scientifiques, des caractéristiques, des démarches et du statut des sciences (notion de « culture scientifique », OECD, 2006). Ainsi, comme le mentionne le Plan d'Études Romand – PER - (CIIP, 2010) : l'enseignement des sciences vise à permettre aux élèves

- d'acquérir un certain nombre de **notions, de concepts et de modèles scientifiques** développés progressivement par l'humanité et de **réaliser la manière dont les savoirs scientifiques se sont construits** ;

- d'identifier des questions, de développer progressivement la capacité de problématiser des situations, de mobiliser **des outils et des démarches**, de

tirer des conclusions fondées sur des faits, notamment en vue de comprendre le monde naturel et **de prendre des décisions à son propos**, ainsi que de comprendre les changements qui sont apportés par **l'activité humaine** ;

- de se montrer capable d'évaluer des faits, **de faire la distinction entre théories et observations**, et d'estimer le degré de confiance que l'on peut avoir dans les explications proposées.

On le voit, si l'acquisition de notions, de concepts et de modèles scientifiques reste bien présent, il s'agit en plus de traiter de questions d'épistémologie des sciences (réaliser la manière dont les savoirs scientifiques se sont construits), d'être capable de mener une démarche scientifique dites d'investigation (d'identifier des questions, de développer progressivement la capacité de problématiser des situations, de mobiliser des outils et des démarches, de tirer des conclusions fondées sur des faits, notamment en vue de comprendre le monde naturel et de prendre des décisions à son propos, ainsi que de comprendre les changements qui sont apportés par l'activité humaine) et de s'interroger sur les caractéristiques et le statut des sciences (se montrer capable d'évaluer des faits, de faire la distinction entre théories et observations, et d'estimer le degré de confiance que l'on peut avoir dans les explications proposées).

Cependant, si bon nombre de moyens d'enseignement et de séquences pédagogiques intègrent plus ou moins ces nouveaux objectifs d'apprentissage, peu mettent véritablement l'accent sur le développement de ces nouvelles compétences. La démarche d'investigation et la démarche scientifique sont souvent perçues plutôt comme des dispositifs pédagogiques permettant l'acquisition de connaissances que des objectifs d'apprentissage à part entière.

C'est pourquoi nous nous sommes penchés sur les effets sur l'intérêt et la motivation des élèves de 7P et 8P HARMOS (classification Suisse : HARMOS 7P/8P, EDK/CDIP 2015 ; 5^e et 6^e classification internationale : ISCED 2, UNESCO 2011) lors du suivi de différentes séquences d'enseignement-apprentissage de sciences et technologies. Dans un premier temps, le cadre théorique permettra d'explicitier les concepts de motivation, d'intérêt, de représentations et de rappeler l'importance des stéréotypes de genre en sciences de la nature. Une deuxième partie décrira le dispositif de recherche. La troisième partie présentera les résultats principaux. Nous tenterons dans la quatrième partie d'interpréter les résultats. Notre conclusion identifiera les limites de notre recherche, les pistes futures et cherchera à tirer des enseignements en matière d'implémentation de moyens d'enseignement et de séquences d'enseignement-apprentissage de sciences de la nature.

¹ Le « Plan MSN » est un plan organisé et coordonné par la Direction de l'Enseignement Obligatoire du canton de Genève, dès l'année 2016, visant à mettre en place des actions de revalorisation de l'enseignement des sciences et des mathématiques.

² L'année des « Sciences et des technologies » a été initié et coordonnée par la Direction Générale de l'Enseignement Obligatoire du canton de Genève et avait comme objectifs de stimuler ces disciplines par l'organisation d'événements ponctuels pour les classes.

2 CADRE THÉORIQUE

2.1 La motivation ou l'intérêt pour les sciences et les technologies

La motivation est considérée à juste titre comme un moteur de l'apprentissage (Viau, 2003). Or, le désir d'apprendre semble s'étioler au fil des années (Lepper et al, 2005). En cause, divers facteurs psychosociaux, familiaux, la concurrence des médias, les changements culturels, l'esprit de compétition (Giordan, 2010). Les sciences n'échappent probablement pas à cette involution.

Le concept de motivation, générique, comprend à la fois des aspects liés au métier de l'élève (envie de bien faire, de réussir) et des aspects plus intériorisés, en relation avec les intérêts de chaque élève (Viau, 2003).

C'est ce concept d'intérêt que nous avons retenu dans ce travail. Le concept d'intérêt a été largement étudié dans le cadre de différents champs de recherche en sciences humaines et sociales (psychologie, psychologie de l'éducation, sociologie, éducation scientifique et technologique, etc.). Hasni et Potvin (2015) ont documenté ce concept en se référant aux travaux de Krapp et Prenzel (2011), qui ont identifié trois éléments interdépendants : les caractéristiques du concept d'intérêt, les dimensions de l'intérêt et les niveaux d'étude de l'intérêt.

Ainsi, l'intérêt permet d'étudier les relations qu'entretiennent les élèves avec les contenus disciplinaires que sont les sciences. Il s'agit d'une relation personnelle entre un individu, l'élève, et une discipline, les sciences, construite selon plusieurs dimensions : l'intérêt pour un sujet en particulier (les animaux, les planètes), l'intérêt pour un contexte (un enjeu de société, une question d'actualité), l'intérêt pour le type d'activité (expérience, manipulation,...)³.

L'intérêt présente également trois dimensions interconnectées, la dimension cognitive (comme le sentiment de maîtrise), la dimension émotionnelle (comme le plaisir), et la dimension « valeur » (comme l'importance de la discipline pour l'individu). D'autres auteurs (Genoud & Guillod, 2014), de manière similaire, parlent de trois registres d'attitude, le registre cognitif, le registre affectif et le registre comportemental. Au niveau cognitif, Genoud et Guillod dégagent plusieurs facteurs, notamment l'utilité perçue de la discipline et le sentiment de compétence. Sur le plan affectif, registre souvent négligé dans les prédictors de l'engagement scolaire, le plaisir ou l'anxiété à suivre un cours disciplinaire constituent des éléments déterminants. Il s'agit donc ici de se référer au rapport que les élèves entretiennent aux disciplines ou aux activités proposées. Le registre comportemental consiste en « l'évaluation que fait l'élève de sa propre implication actuelle pour ses apprentissages » (Genoud & Guillod, 2014).

En outre, l'intérêt peut se référer à trois niveaux distincts, l'intérêt situationnel (en relation avec le type de tâches), l'intérêt général (en fonction du vécu de chacun) et l'intention d'agir (intention de s'orienter vers des études scientifiques) (Hasni & Potvin, 2015).

Notre étude se réfère à ces différents éléments, plus particulièrement :

- à l'utilité des sciences
- à l'importance des sciences
- au plaisir de faire des sciences
- au sentiment de compétence vis-à-vis des sciences
- à l'envie de s'engager dans une orientation (étude, métier) scientifique

Nous pourrions par là même comparer ainsi nos données avec celles de la recherche menée par Dutrévis et al. (2017), qui a pu déterminer que, concernant le plaisir d'apprendre en sciences chez les élèves suisses, celui-ci « ne diffère pas de manière importante du score moyen des élèves de l'OCDE et est relativement élevé, puisque globalement plus de 50% des élèves interrogés affirment aimer les sciences ». Cette recherche mentionne en outre que la motivation instrumentale (utilité perçue des sciences) obtient un score moyen plutôt inférieur à 50%.

2.2 Les représentations des sciences de la nature

2.2.1 Les représentations sociales

À l'instar de Moscovici (1961) et Jodelet (1989), et selon Minier et Gauthier (2006), « nous considérons que les représentations sociales sont constituées d'images, de croyances, d'attitudes, de valeurs, de symboles, de réseaux de concepts élaborés au fil des interactions sociales et dans un univers culturel ». Alors que Moscovici parlait de système, nous rejoignons Minier et Gauthier (2006) qui recourent à la notion de réseau, reflétant mieux l'organisation de ces divers éléments ainsi que l'aspect dynamique de la relation entre ces éléments hétéroclites, mais qui s'autoalimentent.

Les sciences, à la fois discipline, ensemble de connaissances (sur un fait, un domaine ou un objet) et méthode (mode de production de ces connaissances), revêtent diverses représentations parfois antagonistes.

2.2.2 Les représentations de l'enseignement des sciences

Pour comprendre l'état actuel des représentations de l'enseignement des sciences, il est nécessaire de faire un détour par l'histoire de l'enseignement de cette discipline. L'enseignement des sciences est le fruit d'une évolution des principes et des fondements épistémologiques, pédagogiques et didactiques, influencés par des contextes historiques (de Boer, 1991 ; Coquidé & al., 2009). En effet, les enjeux de société ont eu une incidence considérable sur les grandes orientations en matière

³ Haussler et Hoffmann, cités in Hasni et Potvin (2015)

d'enseignement des sciences. Des modes de vie, essentiellement ruraux au début du siècle dernier, aux questions environnementales qui ont jalonné la fin du XX^e siècle et le début du XXI^e siècle, en passant par les deux guerres mondiales, le développement des technologies avec la conquête spatiale, le développement des médias (télévision, ordinateurs, internet) et l'explosion des connaissances scientifiques ; ces différents contextes sont en train de transformer radicalement l'enseignement des sciences (Hulin, 2007).

Parallèlement, le début du XX^e siècle a été marqué par l'apparition des sciences de l'éducation avec la création de différents centres de recherche et d'instituts ayant pour objet les sciences de l'apprentissage. Depuis maintenant plus d'un siècle, différentes figures marquantes, comme Binet, Claparède, Ferrière, Dewey, Freinet ou Piaget, ont permis de mieux connaître les processus d'apprentissage et de développer des théories de l'apprentissage qui ont servi de bases à la didactique des sciences et de cadre théorique aux dispositions institutionnelles touchant l'enseignement des sciences (Hulin, 2001 ; Giordan, 1999).

Les quatre grands mouvements distincts

L'enseignement des sciences se décline en quatre grands mouvements distincts (Kahn, 2000) qui, dans une logique chronologique, se sont succédé dans les directives et les programmes, mais qui, dans les faits, ont coexisté et coexistent encore : la leçon de choses, la pédagogie de l'éveil, la démarche expérimentale et la démarche d'investigation (Rocard & al. 2007).

La leçon de choses

L'enseignement des sciences a grandement évolué depuis le siècle dernier. Ainsi, la leçon de choses s'est imposée comme une méthode d'enseignement des sciences jusqu'à la refonte des programmes en 1957 (Kahn, 2000). Cette méthode consistait à mettre l'élève en présence d'objets concrets (textes, schémas, maquettes), censés présenter le savoir scientifique, afin de lui faire acquérir une idée abstraite.

La pédagogie de l'éveil

La pédagogie de l'éveil, mise en place dès les années 1960, s'est appuyée sur les nouvelles théories du développement de l'enfant diffusées à cette époque (Kahn, 2000). Ainsi, la psychologie cognitive a progressivement révélé certains mécanismes de l'apprentissage, notamment l'importance de tenir compte des conceptions de l'élève et montré les limites d'une méthode basée sur l'observation, une approche positiviste, empiriste et inductive, comme l'était la leçon de choses. L'apprentissage consiste dès lors plus en une interprétation, une reconstruction ou une transformation de concepts qu'en une simple mémorisation. La pédagogie de l'éveil part donc des questionnements de l'élève, de ses conceptions et du primat de la

problématisation sur l'observation. L'accent est mis sur l'activité de l'élève et sur l'importance du tâtonnement expérimental.

La démarche expérimentale

La pédagogie de l'éveil, jugée trop générale, a été écartée au début des années 1980 avec l'apparition dans les plans d'études d'un plus grand cloisonnement disciplinaire, parallèlement à l'engagement, dans le secondaire, d'enseignant(e)s possédant des formations universitaires spécifiques (physicien(ne)s, chimistes, biologistes etc). La démarche expérimentale s'est imposée sous l'impulsion des enseignant(e)s qui voyaient une méthode permettant d'améliorer l'acquisition des connaissances scientifiques tout en rendant les élèves « actifs ». Cependant, elle a souvent été dénaturée par ceux et celles qui l'ont introduite dans les classes. Une vision figée de la démarche expérimentale se met alors en place dans les pratiques et devient un modèle à suivre pas à pas, donnant naissance à la fameuse formule OHERIC (Observation, Hypothèse, Expérience, Résultats, Interprétation, Conclusion), dénoncée par Giordan (1999). Aussi, sous prétexte de les rendre actifs, les élèves sont amenés à réaliser des expériences pour voir ou pour comprendre des concepts scientifiques, plutôt que pour véritablement mettre à l'épreuve des hypothèses.

La démarche d'investigation

Durant la première décennie du 21^{ème} siècle, de nouveaux plans d'études (CIIP, 2010 – PER⁴ et MEN, 2008⁵) ont vu le jour, en Suisse comme en France, souhaitant marquer, une fois encore, un tournant vis-à-vis d'un enseignement scientifique s'attachant presque exclusivement à faire acquérir des connaissances théoriques. En réaction aux lacunes des élèves dans le traitement des problèmes scientifiques et à une désaffection des filières scientifiques, un groupe d'experts de la Commission européenne, présidé par Michel Rocard (Rocard et al., 2007), recommande d'instaurer une approche basée sur la démarche d'investigation. Cette méthode, initiée dès la fin des années 1990 dans les pays anglo-saxons (National Research Council, 1996), met alors tout autant l'accent sur le développement de compétences que sur la construction de concepts scientifiques, ainsi que sur la motivation des élèves. Ainsi un repositionnement apparaît clairement dans les finalités de l'enseignement des sciences : l'acquisition des connaissances est relativisée en faveur d'un enseignement cherchant à développer chez les élèves des démarches, des attitudes et une culture scientifique. La démarche expérimentale se voit ainsi progressivement déstituée au profit de la démarche d'investigation, qui affiche de manière plus explicite des ambitions de développement de savoir-faire et de savoir-être.

⁴ CIIP, 2010. Plan d'Études Romand, CIIP, Conférence intercantonale de l'instruction publique de la Suisse romande et du Tessin, Neuchâtel.

⁵ Ministère de l'Éducation Nationale, 2008. Programmes de l'école primaire, Ministère de l'Éducation Nationale, Paris.

2.3 La réalité sur le terrain

Cette évolution de la didactique des sciences n'a malheureusement pas été suivie sur le terrain.

Différents travaux de recherche montrent en effet que les pratiques des enseignant(e)s en sciences de la nature sont extrêmement hétérogènes, non seulement au niveau de l'approche, mais également en termes de temps d'enseignement (Dubois, 2008). Plusieurs raisons sont évoquées par les enseignant(e)s dans cette étude : une pression politique et sociale insistant sur d'autres disciplines, le manque de maîtrise avoué par certain(e)s enseignant(e)s, les moyens d'enseignement jugés insuffisants, la grande liberté d'action concernant cette discipline, pour n'en mentionner que quatre. Nous nous retrouvons donc avec des pratiques hétérogènes, tant sur le plan de l'importance de l'enseignement des sciences attribuée par les enseignants, que par les démarches pédagogiques qu'ils mettent en place avec leurs élèves.

Nous pensons, tout comme Boivin-Delpieu et Bécu-Robinault (2015), que cette hétérogénéité témoigne d'une grande diversité des représentations épistémologiques des enseignant(e)s sur l'enseignement des sciences et sur l'implémentation de séquences de sciences. Ces auteurs affirment d'ailleurs que les gestes d'enseignement trouvent leurs fondements dans les soubassements épistémologiques de l'action professorale. En s'appuyant sur Brousseau (1998), qui définit l'épistémologie du professeur comme étant « l'ensemble de ses connaissances, de ses savoirs, de ses méthodes et de ses croyances explicites ou implicites sur la façon de trouver, d'apprendre ou d'organiser un savoir », Boivin-Delpieu et Bécu-Robinault attribuent donc une importance plus grande à la posture de l'enseignant(e) qu'à la séquence elle-même.

Selon Blanquet (2014), un(e) enseignant(e) doit avoir une notion claire de la nature de son sujet pour pouvoir enseigner efficacement les sciences. Harlen (citée dans Blanquet, 2014), l'une des pionnières de la réflexion sur l'enseignement des sciences au primaire, insiste d'ailleurs dans un rapport pour l'InterAcademy Panel – Groupe inter-académique pour les questions internationales qui réunit les académies des sciences du monde entier - (Harlen & Allende, 2009) sur « le caractère crucial d'une vision claire de la nature de la science pour enseigner les sciences ».

La nature de la science comprend à la fois les questions épistémologiques, le statut des sciences dans notre société et le rapport au savoir scientifique. Bien entendu, ces réflexions s'appliquent également aux élèves, puisqu'eux aussi se construisent, dès leur plus jeune âge, des représentations des sciences et de l'enseignement de cette discipline. Leurs représentations des sciences sont la conséquence d'une multitude d'interactions et d'expériences, que ce soit dans le cadre familial, en consultant les médias, dans leur vie sociale ou encore à l'école.

Si les représentations - appelées conceptions par certains auteurs, dont De Vecchi et Giordan (1987) - sur

différents concepts et notions scientifiques ont été largement documentés, celles touchant le rapport au savoir scientifique, les connaissances épistémologiques, les perceptions de la discipline et son statut n'ont pas été étudiées chez les élèves de l'école primaire.

Notre étude se réfère à ces différents éléments, plus particulièrement :

- les types de savoirs
- l'importance du questionnement
- le rôle des manipulations et des expériences
- la démarche scientifique

2.4 Définition et mesures des attitudes

Avant de décrire précisément l'instrument mis en œuvre pour répondre à nos questions de recherche, il nous paraît opportun de définir la notion d'attitude. L'attitude est généralement définie par « un état interne à l'individu, résultant de la combinaison de perceptions, de représentations, d'émotions, d'expériences et de l'analyse de leurs résultats. Cet état interne rend plus ou moins probable un comportement déterminé dans une situation donnée » (Raynal & Rieunier, 2001). En d'autres termes, les attitudes révèlent les représentations.

Selon Thurstone (dans Debaty, 1967, p. 11), l'attitude est la somme des sensations, idées, convictions, sentiments, relatifs à un objet déterminé. Il s'agit donc d'une variable latente, fonction de nombreuses autres variables. Pour Debaty (1967, p. 14), « l'attitude est un syndrome issu de la convergence des différents symptômes manifestes que sont les opinions verbales ou non-verbales d'un sujet à propos d'un objet défini ». Variable complexe et ambiguë, l'attitude d'un sujet se manifeste au travers de ses opinions dévoilées tant par ses expressions verbales que ses expressions non-verbales. Seule la manifestation extérieure d'une attitude qui « apparaît comme une organisation mentale dynamique des expériences sociales de l'individu » (Bayer & Tuyns, 1996, p. 48) peut être appréhendée et mesurée, à l'aide d'instruments spécifiques, selon différents paramètres :

- La direction, « positive ou négative en fonction des réactions d'attraction ou de répulsion que l'attitude met en jeu » ;
- L'intensité, « selon que ces réactions sont plus ou moins marquées » ;
- Le champ, « qui est déterminé par l'étude et la complexité de l'univers des objets que l'attitude implique ».

Parmi les outils de mesure des attitudes à disposition des sciences humaines (Khine, 2015), l'échelle de Likert, de par sa relative simplicité, figure en bonne place sur la liste des instruments les plus fréquemment employés. Par conséquent, il nous a paru évident de nous en servir dans le cadre de ce travail.

2.5 Sciences de la nature et genre

L'étude de Dutrévis et al. (2017) se réfère à différentes recherches menées ces dernières années à Genève et qui montrent que les orientations dans les filières scientifiques sont largement genrées. Ainsi, l'étude de Rastoldo et Mouad (cités dans Dutrévis et al., 2017) mentionne que déjà au cycle d'orientation, les filles sont plus nombreuses à rejoindre l'option langue, alors que les garçons optent davantage pour la filière science.

Cette différence se révèle également en ce qui concerne le secondaire II et le tertiaire, puisque là aussi les filles sont plus nombreuses à s'engager dans des formations professionnelles Santé et social et moins nombreuses que les garçons dans les formations techniques ou en option complémentaires Physique et application des maths.

Cette étude (Dutrévis et al., 2017) montre en outre que les élèves peinent à se projeter dans une carrière scientifique et surtout que le choix du premier métier chez les filles et les garçons de 8P est très différent, les garçons privilégiant nettement certains métiers scientifiques, le domaine de la santé mis à part. Tout comme nous le ferons dans notre recherche, Dutrévis et al. ont cherché à mettre en évidence des différences genrées concernant l'utilité des sciences, le sentiment de compétence et le plaisir à apprendre les sciences (affects positifs/négatifs). Des différences significatives ont ainsi été observées, notamment en ce qui concerne le plaisir à faire des sciences et le sentiment de compétence, plus élevés chez les garçons de 8P que chez les filles de 8P.

Notre étude cherchera à voir si les stéréotypes de genre apparaissent dans les discours de notre échantillon et tentera de déterminer si le genre constitue une variable significative jouant un rôle sur l'évolution de la motivation et des représentations des élèves participants à notre recherche. À partir de ces constats, nous avons identifié une question de recherche et quelques sous-questions.

2.6 Questions de recherche et hypothèses

La question de recherche faitière qui nous intéresse dans cette contribution est la suivante : Quels types de séquences de sciences ont une influence sur l'intérêt et les représentations des élèves de 5^e et 6^e année de l'école primaire (classification internationale : ISCED 2, UNESCO 2011 ; classification Suisse: HARMOS 7P/8P, EDK/CDIP 2015) ? Il semble en effet pertinent de déterminer l'influence de quelques séquences de sciences et technologies de types différents. De manière intuitive, nous pourrions penser que toutes les séquences permettent d'éveiller la curiosité scientifique des élèves, et donc de susciter un intérêt accru, de développer la motivation. Mais est-ce vraiment le cas ?

Trois sous-questions ont été également identifiées :

- Quelles sont les représentations des élèves de 10 à 12 ans sur les sciences et l'enseignement des sciences ?

- Quels registres d'attitude (intérêt, représentations des sciences) subissent une évolution significative et en fonction de quelles séquences ?
- Dans quelle mesure le genre constitue une variable significative dans l'évolution de la motivation et des représentations de notre échantillon ?

Si la motivation et les représentations des élèves en sciences de la nature sont induites par l'ensemble des activités de la classe, ainsi que par le contexte socio-culturel et institutionnel, il ne devrait pas y avoir – ou peu – d'évolution en ce qui concerne la motivation et les représentations des élèves. Les effets des quelques périodes d'enseignement cherchant à développer les compétences mentionnées ci-dessus - l'attitude scientifique, la démarche d'investigation, la motivation - se voient être atténués par l'ensemble des autres activités et circonstances, qui ne suivent pas la même logique.

Nos postulats relativisent ainsi l'impact que peuvent avoir les séquences d'enseignement-apprentissage en faveur:

1. de la posture de l'enseignante
2. du contexte socio-culturel
3. du contexte institutionnel

C'est d'ailleurs ce que sous-entendent Boivin-Delpieu et Bécu-Robinault (2015) lorsqu'elles identifient les déterminants de l'action professorale dans le contexte des démarches d'investigation. Ces chercheuses démontrent l'influence des postures épistémologiques ainsi que des instructions officielles. Nous pensons cependant que des séquences d'enseignement-apprentissage orientées et construites spécifiquement pour modifier la motivation et les représentations des élèves auront une incidence sur ces facteurs.

3 MÉTHODOLOGIE

3.1 Préambule

Cette recherche se veut être quantitative. Comme toutes les recherches en sciences humaines, nous avons conscience que le nombre de variables interagissant tout au long de notre étude est élevé. Par conséquent, les résultats de cette recherche doivent être interprétés avec prudence. Toutefois, notre hypothèse mentionnée ci-dessus, estimant justement que la motivation et les représentations des élèves en sciences de la nature sont induites par une multitude de facteurs et que donc l'évolution observée devrait être très faible, donne du sens à notre démarche.

3.2 Échantillon

Dix classes de 5^e et 6^e année de l'école primaire (classification internationale : ISCED 2, UNESCO 2011 ; classification Suisse : HARMOS 7P, 8P, EDK/CDIP 2015) du canton de Genève ont participé à cette recherche.

Le choix des 10 classes a été effectué par la DGEO⁶, selon quelques critères que nous lui avons communiqués : classes d'une même région, population de niveau socio-économique relativement homogène, ni trop favorisé, ni trop défavorisé.

Notre échantillon se compose de 180 élèves, 97 filles et 83 garçons (voir tableau 1 pour une description plus détaillée). Seuls 170 élèves ont répondu au pré-test et au post-test (suite à des valeurs manquantes le n est légèrement différent en fonction de la variable concernée). Ces données sont présentées dans le tableau 1.

Tab. 1. Échantillon

Classe	1 - Classification	2 - Classification	3 - Animascience	4 - Animascience	5 – Dans la peau de scientifiques	6 – Dans la peau de scientifiques	7 – Robotique	8 – Robotique	9 – Moyens d'enseignement habituels	10 – Moyens d'enseignement habituels	Total
Filles	3	13	12	7	8	7	12	13	9	13	97
Garçons	14	7	3	9	7	7	8	10	8	10	83
Total	17	20	15	16	15	14	20	23	17	23	180

3.3 Dispositif général

Les enseignant(e)s des 10 classes ont été contacté(e)s en octobre afin de leur communiquer les conditions de participation. Un pré-test a été effectué en novembre, les séquences ont été conduites entre décembre et janvier, un post-test a eu lieu fin février-début mars. L'ensemble du dispositif a donc duré trois mois et demi.

Chaque séquence est constituée de 4 leçons de 90 minutes, une par semaine. En fonction de la disponibilité des 10 classes, les séquences ont été menées entre le début décembre et la fin janvier. Sur les 10 classes, 2 ont suivi une séquence sur la classification animale, 2 sur la robotique et la programmation, 2 sur les activités proposées par Animascience, 2 ont suivi une séquence proposée dans différents moyens d'enseignement, par exemple Odysséo (CIIP, 2013) et 2 ont suivi des activités menées dans le cadre du projet « Dans la peau de scientifiques »⁷.

3.4 Protocole de passation

Afin de garantir que les questionnaires ont été passés dans les mêmes conditions, un protocole de passation a été rédigé et communiqué aux deux opérateurs ayant fait passer le pré-test et le post-test dans les 10 classes.

Les 10 classes de 7P/8P ont suivi le même dispositif :

1. Passation d'un pré-test soumis par un opérateur de recherche⁸.
2. Quatre leçons de sciences et technologies sur une période de 2 mois, données par le titulaire ou un médiateur d'Animascience, organisme agréé par la DGEO.
3. Passation d'un post-test soumis par un opérateur de recherche.

Les questionnaires ont été testés auprès d'une classe de 7P/8P quelques mois avant la phase d'interventions, de manière à ajuster les items.

3.5 Description des 5 séquences de sciences et technologie

Cinq types de séquences différentes ont été sélectionnés, séquences qui se distinguent notamment par le thème abordé, les objectifs poursuivis, les concepteurs, le mode d'implémentation et les personnes ayant donné la séquence. Une vue d'ensemble des 5 séquences est fournie dans le tableau 2.

⁶ Direction Générale de la Scolarité Obligatoire

⁷ Projet pédagogique « Dans la peau de scientifiques » : <https://www.unige.ch/fapse/ldes/projets/dans-la-peau-de-scientifiques/>

⁸ Questionnaires et passation des tests réalisés en collaboration avec le Bchangelab (<http://bchangelab.com/>)

Tab. 2. Caractéristiques des séquences

Séquences	Thème	Objectifs	Concepteurs	Mode d'implémentation	Tenue de la classe
Classification animale	La classification animale	Découvrir la classification phylogénétique du monde animal	Groupe de travail de la DGEO (coordinatrices de discipline, enseignantes)	Distribution du matériel dans les écoles. Dossiers sur le site Internet de la DGEO.	Titulaire de la classe
Ateliers Animascience	Voir l'invisible, locomotion des animaux, articulations, corps humain	Découvrir différents thèmes, outils et démarches scientifiques	Animascience ¹ (consultants pédagogique et scientifique)	Ateliers donnés par Animascience sur inscription des enseignants.	Médiateurs scientifique d'Animascience
Dans la peau de scientifiques	Les caractéristiques de la matière et des objets	Découvrir comment mener une démarche scientifique	Initiateurs du projet (CERN ² , Université de Genève ³ , DIP ⁴ , MEN ⁵)	Projet en lien avec une formation continue de 2 demi-journées, sur inscription.	Titulaire de la classe
Robotique	La robotique et la programmation	Initier les élèves à la robotique et à la programmation	Didacticien des sciences et technologies	Projet en lien avec une formation continue, sur inscription.	Animateurs de l'Université de Genève et d'Animascience
Moyens d'enseignement habituels	Différents thèmes	Selon le sujet choisi	Auteurs des moyens d'enseignement	Manuels distribués à toutes les classes.	Titulaire de la classe

3.5.1 Séquence – Classification Animale (CA)

Cette séquence (Groupe de rédaction du DIP, 2018) fournit aux enseignants du matériel et un ensemble d'activités (guide didactique et fiches pour les élèves), permettant de travailler sur la classification phylogénétique du vivant. Le guide didactique affiche clairement deux intentions :

1. rompre avec la classification traditionnelle des vertébrés (mammifères, oiseaux, amphibiens, reptiles et poissons), qui se réfère à des critères inconstants pour construire une classification scientifique fondée sur une logique unique rendant compte des liens de parenté entre les taxons ;
2. élaborer une méthodologie de classification basée sur des critères phylogénétiques et notamment sur des critères visibles représentatifs de la phylogénie scientifique.

Distribuée au printemps 2018 à l'ensemble des enseignant(e)s, l'introduction de cette séquence n'a fait l'objet d'aucun recyclage, déléguant l'appropriation des nouveaux contenus au seul guide didactique.

3.5.2 Séquence - Ateliers Animascience (AE)

Dirigé par le Mouvement Jeunesse Suisse Romande (MJSR), en collaboration avec l'Université de Genève et le DIP, Animascience vise à mettre en place des activités scientifiques pour les enfants et les jeunes de 3 à 18 ans. Depuis 2017, différents ateliers, validés par la DGEO, sont proposés aux classes de l'école primaire du canton de Genève. Ces ateliers, animés par des médiateurs d'Animascience, cherchent avant tout à inviter les élèves

à se poser des questions, à partager des émotions, des idées et à découvrir des instruments et des méthodes scientifiques originales. Ces ateliers traitent de différents thèmes : « Voir l'invisible », « la locomotion des animaux », « les articulations », « le fonctionnement du corps humain ».

3.5.3 Séquence - Dans la peau de scientifiques (DS)

Le projet « Dans la peau de scientifiques » cherche à promouvoir la démarche d'investigation. Le dispositif allie journées de formation, activités pédagogiques à mettre en œuvre en classe, relations avec des scientifiques et avec des institutions actives dans la recherche fondamentale, accompagnement à distance par des formateurs, formatrices et des enseignant(e)s universitaires et espace numérique de travail prenant la forme d'un réseau social conçu spécialement pour le projet. Sur une durée de 3 mois, 30 classes, représentant plus de 600 élèves de la région franco-genevoise, ont comme défi d'imaginer des dispositifs leur permettant de découvrir – le plus précisément possible – ce qu'il y a à l'intérieur d'une boîte en carton, ceci sans l'endommager. Élèves et enseignant(e)s doivent, pour cela, mettre en place une véritable démarche d'investigation. Pour la recherche, 2 classes participant au projet ont été sélectionnées.

3.5.4 Séquence – Robotique (RE)

Cette séquence, développée dans le cadre d'une formation continue intitulée « Sciences et technologie par la construction et la programmation du robot LEGO WeDo 2.0 », initie les élèves à la robotique. Cette séquence a été conduite dans les classes par des animateurs de l'Université de Genève et d'Animascience.

3.5.5 Séquence - Moyens d'enseignement habituels (CE)

Cette séquence représente en fait le groupe témoin, puisqu'ici aucune consigne particulière n'a été transmise aux enseignants, leur laissant le choix du thème et de la conduite des activités. Ainsi, comme la pratique le veut, les enseignants se sont référés aux moyens d'enseignement habituels Odysseo (Rocard et al., 2007), souvent complétés par d'autres ressources et d'autres documents.

3.6 L'échelle d'évaluation

L'instrument utilisé pour mesurer les attitudes des élèves dans cette recherche est une échelle de Likert, qui se caractérise notamment par la présentation d'une liste d'items homogènes et représentatifs des opinions relatives à un objet déterminé ainsi que par une échelle d'évaluation, identique pour chaque item, à cinq catégories.

Échelle d'évaluation utilisée dans nos questionnaires :

- 1 = Pas du tout d'accord
- 2 = Plutôt pas d'accord
- 3 = Ni d'accord, ni pas d'accord
- 4 = Plutôt d'accord
- 5 = Tout à fait d'accord

Afin de varier quelque peu le mode de réponse et de maintenir l'attention des élèves, quelques questions utilisent une échelle à positionnement, d'adhésion, de fréquence, toujours sur 5 catégories.

3.7 Description du questionnaire

3.7.1 Items et dimensions

Le questionnaire utilisé comprend, selon les séquences, entre 50 et 60 items, dont l'énoncé est présenté en annexe. Trois dimensions sont en particulier identifiées (Dutrévis et al., 2017) :

- Utilité des sciences (5 items ; ex : « Ce que j'apprends en science est utile pour la vie de tous les jours. »)
- Démarche scientifique (5 items précédés de « Selon toi, à quel point te sens-tu capable d'effectuer les tâches suivantes ? ex : « Identifier ce qui pourrait influencer les résultats d'une expérience ». »)
- Compétences perçues en sciences (5 items ; ex : « Je suis doué•e en sciences. »)

Ces trois dimensions seront traitées statistiquement pour évaluer l'évolution entre les deux temps de mesure dans les cinq groupes.

Les autres items concernent la perception des sciences, les émotions liées aux sciences, le plaisir pour le cours de sciences, la volonté de devenir scientifique, les stéréotypes de genre en sciences, la définition des sciences et de ses domaines. Ces items ne seront pas utilisés dans

l'analyse statistique mais pourront être utilisés à titre d'exemples pour une analyse descriptive des représentations des élèves.

3.7.2 Test de fiabilité (« cohérence interne »)

L'alpha de Cronbach est utilisé comme mesure de fiabilité (plus précisément, cohérence interne ; Cortina, 1993). Les valeurs obtenues sont satisfaisantes au pré-test et au post-test pour les dimensions « Utilité perçue » (.72 et .75) et « Démarche scientifique » (.75 et .74). Elles restent en revanche assez basses pour la dimension « Compétence perçue » (.54 et .48) mais s'améliorent lorsque l'item « J'ai peur d'échouer en sciences » est retiré (.65 et .60). Cet item est donc définitivement retiré pour le reste de l'analyse.

3.8 Tailles d'effet

Pour évaluer l'importance des différences de scores, c'est devenu un standard méthodologique de rapporter des tailles d'effet (Wilkinson, 1999), parmi lesquelles Cohen *d* est une des plus répandue. Cette grandeur statistique est calculée comme $d = (M_1 - M_2) / SD_p$, avec

$$SD_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2}}$$

comme écart type pondéré ; Cooper et al. 2009, ch. 15. En plus, on utilise pour la discussion les seuils conventionnels (effet petit : $.2 \leq d < .5$; effet moyen : $.5 \leq d < .8$, grand effet : $.8 \leq d$; Cohen, 1988).

4 ANALYSES

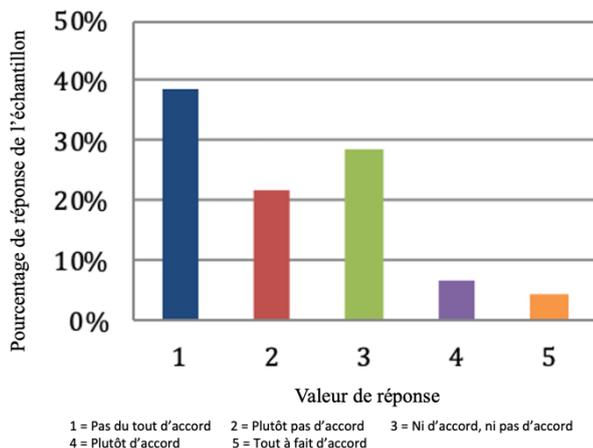
Des analyses statistiques ont été réalisées grâce au logiciel RStudio (RStudio Team, 2020).

L'objectif de ces analyses est de tester l'évolution des scores des trois sous-dimensions identifiées du questionnaire (Utilité Perçue, Démarche Scientifique, Compétence Perçue) entre le pré-test et le post-test et une différence entre les cinq groupes dans cette évolution. Pour ce faire, des analyses de covariance (ANCOVA) ont été réalisées pour tester les différences de scores entre les groupes (AE, CA, CE, DS ou RE) et entre les deux temps (pré-test ou post-test). Une interaction est également testée pour évaluer si l'évolution entre les deux temps de mesure est différente selon les groupes. Enfin, le genre est entré comme covariable dans le modèle pour contrôler son impact potentiel.

4.1 Analyse descriptive du pré-test

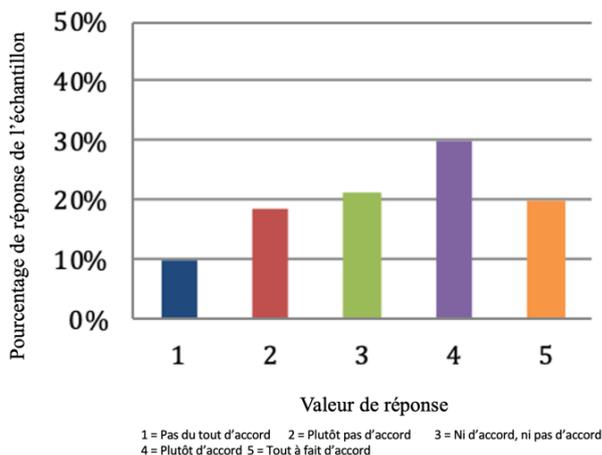
Dans un premier temps, une exploration descriptive des données issues du pré-test est réalisée afin d'avoir un aperçu des attitudes et représentations des élèves avant le début des séquences de sciences. Nous montrons ici, dans les graphiques 1, 2, 3 et 4, quelques exemples qui nous paraissent pertinents.

4.1.1 Quelques exemples représentatifs



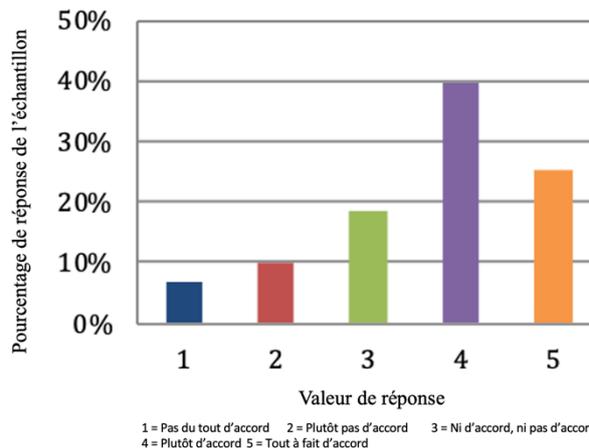
Graphique 1. Aimerais-tu devenir scientifique plus tard ?

Ici, plus de 60% des élèves interrogés sont défavorables au fait de devenir scientifique plus tard.



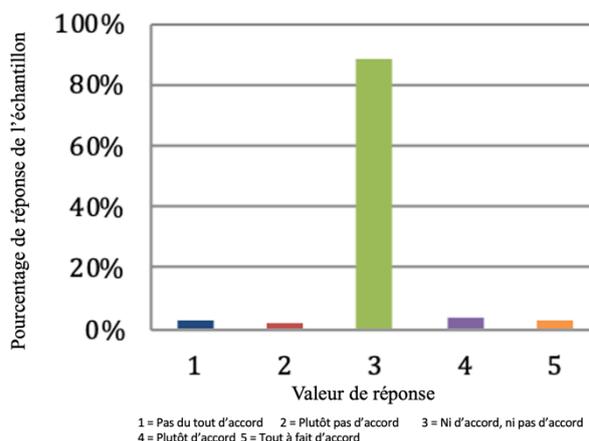
Graphique 2. Faire des sciences c'est concevoir une expérience pour tester une hypothèse

Les réponses sont assez contrastées, avec 28% en désaccord avec cette affirmation et 50% en accord.



Graphique 3. As-tu du plaisir à suivre les cours de sciences ?

Ici, près de 65% des élèves interrogés affirment avoir du plaisir à suivre les cours de sciences. Notons cependant que 16% des élèves disent le contraire.



Graphique 4. Selon toi, les sciences c'est plus facile pour les garçons ou pour les filles ?

Réponses assez unanimes pour cet item, avec 88% des élèves interrogés ayant un avis neutre, 5% affirmant que les sciences sont plus faciles pour les garçons et 7% pour les filles.

4.1.2 Les questions du genre

Concernant l'item « Selon toi, les sciences c'est plus facile pour les garçons ou pour les filles ? » (voir graphique 4), nous pouvons noter qu'il y a peu de préjugés par rapport au genre dans le discours des élèves.

Parmi les autres items, huit se démarquent quant aux différences de réponses entre les filles et les garçons, comme on peut le voir dans le tableau 3. Les tailles d'effet indiquent dans quelle mesure la différence entre les deux genres est importante. On voit que les tailles d'effet sont entre -0.4 et -0.6 (effets petits à moyens) en défaveur des filles, avec les effets les plus prononcés pour « À quel point te sens-tu capable de proposer une explication ou une solution à un problème scientifique » ($d = -0.62$) et pour la préférence des sciences par rapport au français

($d = -.6$). À noter que pour les autres items, aucune différence n'a été trouvée.

Tab. 3. Différences filles-garçons sur une sélection de huit items

Items	Pour faire des sciences, il faut être créatif	On peut apprendre toutes les connaissances scientifiques dans les livres et sur internet	À l'école, je préfère les sciences plutôt que le français	Concevoir une expérience pour tester une hypothèse*	Identifier ce qui pourrait influencer les résultats d'une expérience*	Faire les observations ou les mesures appropriées pendant une expérience*	Proposer une explication ou une solution à un problème scientifique*	Utiliser correctement un langage scientifique*
Moyenne filles	2.56	2.74	3.06	2.98	2.72	3.01	2.95	2.27
Écart-type	1.20	1.16	1.43	1.26	1.11	1.18	1.25	1.08
Moyenne Garçons	3.07	3.36	3.91	3.65	3.21	3.51	3.67	2.83
Écart-type	1.26	1.25	1.42	1.20	1.13	1.16	1.07	1.34
Différence Filles-Garçons	-.51	-.62	-.85	-.68	-.50	-.50	-.71	-.55
Écart-type pondéré	1.23	1.21	1.43	1.23	1.12	1.17	1.16	1.22
Cohen d	-.41	-.51	-.6	-.54	-.44	-.43	-.62	-.46

4.2 Analyse statistique de l'évolution des scores entre pré-test et post-test

4.2.1 Effet du groupe

Utilité perçue

Tab. 4. Moyennes et écarts-types des scores d'utilité perçue au pré-test et post-test

Groupe	Pré-test		Post-test		Diff (post-pré)
	M	SD	M	SD	
Animascience	3.13	.59	3.05	.47	-.06
Classification	3.38	.51	3.17	.59	-.21
Moyens d'enseignement habituels	3.66	.54	3.46	.70	-.20
Dans la peau de scientifiques	3.44	.56	3.36	.48	-.08
Robotique	3.42	.63	3.22	.67	-.20
TOTAL	3.42	.59	3.26	.61	-.16

Note. Score min = 1 ; score max = 5

L'analyse montre, comme on le voit dans le tableau 4, une diminution significative des scores d'utilité perçue entre le pré-test et le post-test, $F(1,160) = 16.78$, $p < .001$. La diminution correspond à une taille d'effet de $d = -.27$. Cette évolution ne diffère pas entre les groupes, $F(4,160) = .57$, *ns*. Par ailleurs, on observe

un effet principal du groupe (différence significative des scores sans distinction pré/post), $F(4,160) = 3.1$, $p = .017$. Des analyses complémentaires indiquent qu'en réalité, seuls les groupes CE et AE (soit les extrêmes si on classe les groupes selon leur score moyen) diffèrent significativement ($t = -3.36$, $p = .009$, $d = .73$).

Pour illustrer ce phénomène, nous donnons des exemples pour trois items dans le tableau 5 ci-après :

Tab. 5. Évolution des scores pour trois items d'utilité perçue

	Items	Apprendre les sciences c'est utile.	Les sciences me seront précieuses dans mon futur (formation et métier).	Ce que j'apprends en science est utile pour la vie de tous les jours.
CLASSIFICATION	PRE-TEST	4.20	3.33	3.13
	POST-TEST	3.65	3.03	2.81
	DIFFÉRENCE	-.55	-.30	-.32
	Items	Apprendre les sciences c'est utile.	Être bon.ne en sciences donne un avantage considérable pour trouver un métier.	Les sciences ne servent pas dans la vie de tous les jours.
ANIMASCIENCE	PRE-TEST	3.71	3.08	3.00
	POST-TEST	3.52	2.70	3.08
	DIFFÉRENCE	-.19	-.38	.08

Démarche scientifique

Tab. 6. Moyennes et écarts-types des scores de démarche scientifique au pré-test et post-test

Groupe	Pré-test		Post-test		Diff (post-pré)
	M	SD	M	SD	
Animascience	3.23	.69	3.67	.64	+44
Classification	3.6	.81	3.64	.69	+04
Moyens d'enseignement habituels	3.33	.80	3.31	.74	-02
Dans la peau de scientifiques	2.99	.82	3.46	.73	+47
Robotique	3.23	.79	3.46	.68	+23
TOTAL	3.29	.80	3.50	.70	+21

Note. Score min = 1 ; score max = 5

L'analyse montre, comme le présente le tableau 6, une augmentation significative des scores de démarche scientifique entre le pré-test et le post-test ($F(1,157) = 16.00, p < .001$), correspondant à une taille d'effet de $d = .28$. Elle montre également que cette évolution est différente en fonction du groupe ($F(4,157) = 3.33, p = .012$). Des analyses complémentaires indiquent que

l'augmentation des scores est significative pour le groupe DS ($t = 3.64, p < .001, d = .61$) et pour le groupe AE ($t = 3.08, p = .002, d = .67$). Pour les trois autres groupes, la différence entre pré et post n'est pas significative. Pour illustrer ce résultat, nous donnons des exemples pour trois items de cette sous-échelle dans le tableau 7 ci-après :

Tab. 7. Évolution des scores pour trois items de démarche scientifique

		Formuler des hypothèses.	Concevoir une expérience pour tester une hypothèse.	Identifier ce qui pourrait influencer les résultats d'une expérience.
DANS LA PEAU DE SCIENTIFIQUES	PRE-TEST	3.25	2.99	2.63
	POST-TEST	4.01	3.89	3.11
	DIFFÉRENCE	.77	.90	.48
		Formuler des hypothèses.	Concevoir une expérience pour tester une hypothèse.	Identifier ce qui pourrait influencer les résultats d'une expérience.
ANIMASCIENCE	PRE-TEST	3,27	3.04	2.70
	POST-TEST	3.81	3.71	3.36
	DIFFÉRENCE	.54	.67	.66

Compétence perçue

Tab. 8. Moyennes et écarts-types des scores de compétence perçue au pré-test et post-test

Groupe	Pré-test		Post-test		Diff (post-pré)
	M	SD	M	SD	
Animascience	3.19	.73	2.98	.56	-.21
Classification	3.15	.51	3.23	.54	+.07
Moyens d'enseignement habituels	3.17	.41	3.03	.46	-.14
Dans la peau de scientifiques	2.96	.35	2.86	.38	-.1
Robotique	3.03	.63	2.99	.6	-.04
TOTAL	3.10	.54	3.02	.53	-.08

Note. Score min = 1 ; score max = 5

Pour cette dimension, et comme le montre le tableau 8, il y a une légère diminution des scores qui est seulement tendancielle, $F(1,159) = 3.54, p = .062$. Il n'y a pas d'effet principal du groupe, ni de différence d'évolution pré-post entre les groupes.

4.2.2 Effets de genre

Utilité perçue

Pour cette dimension, il n'y a pas d'effet de genre.

Démarche scientifique

Pour cette dimension on n'obtient pas d'effet principal du genre ($F(1,157) = 2.37, ns$), mais surtout un effet différent au pré-test et au post-test ($F(1,157) = 5.92, p = .016$). Des analyses complémentaires indiquent :

- Que le score moyen du genre « fille » augmente significativement entre le pré-test et le post-test ($t = 4.75, p < .001, r = .35$), alors que celui du genre

"garçon" reste stable ($t = -1.07, ns$). Cette augmentation auprès des filles correspond à une taille d'effet $d = .50$.

- Qu'il y a une différence entre les deux genres au pré-test en défaveur des filles ($t = -2.54, p = .012, d = -.42$) mais pas au post-test ($t = -.15, ns$).

Le tableau 9 ci-dessous détaille cette différence entre les filles et les garçons.

Tab. 9. Moyennes et écarts-types des scores pour la démarche scientifique en fonction du genre

Genre	Pré-test		Post-test	
	M	SD	M	SD
Fille	3.14	.81	3.50	.62
Garçon	3.47	.77	3.51	.79

Note. Score min = 1 ; score max = 5

Compétence perçue

Il n'y a également pas d'effet principal du genre, mais par contre un effet différent du genre au pré et au post-test ($F(1,159) = 12.63, p < .001$). Des analyses complémentaires montrent :

- Que le score moyen du genre "garçon" diminue significativement entre le pré-test et le post-test ($t = 3.70, p < .001$), contrairement au genre "fille" ($t = -1.22, ns$). Cette diminution auprès des garçons correspond à une taille d'effet $d = -.37$.
- Qu'il y a une différence entre les deux genres au pré-test ($t = -2.41, p = .017, d = -.37$) mais pas au post-test ($t = .96, ns$)

Le tableau 10 ci-dessous détaille cette différence entre les filles et les garçons.

Tab. 10. Moyennes et écarts-types des scores pour les compétences perçues en fonction du genre

Genre	Pré-test		Post-test	
	M	SD	M	SD
Fille	3.01	.51	3.06	.49
Garçon	3.21	.57	3.00	.57

Note. Score min = 1 ; score max = 5

Tab. 11. Scores d'une sélection d'items concernant l'effet "classe"

Classe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Variance	Écart-type	Corrélation $r; r^2$
Devenir scientifique	2.29	1.85	1.87	1.81	1.65	2.83	3.47	2.43	2.85	1.96	.39	.59	-.45
Aime pas les science	1.35	2.25	2.20	3.38	2.06	1.61	1.80	2.29	2.35	3.04	.37	.61	.21

4.3 En résumé

Les données obtenues montrent que les séquences d'enseignement-apprentissage proposées ont un impact limité sur la motivation et les représentations des élèves en sciences de la nature.

Cependant, quelques effets ont été révélés par les données :

- une diminution globale de l'utilité perçue avec une différence entre les groupes (diminution représentative pour CE et AS), mais pas de différence d'évolution ;

4.2.3 Effet « groupe classe »

Selon nos postulats de départ, si les séquences d'enseignement-apprentissage ont un impact limité sur la motivation et les représentations des élèves en sciences de la nature, d'autres facteurs pourraient être plus déterminants, notamment les postures de l'enseignant(e) (Boivin-Delpieu et Bécu-Robinault, 2015).

L'analyse des données nous a donné l'opportunité de le vérifier en identifiant les scores moyens avec chacune des 10 classes, comme l'illustre le tableau 11 ci-dessous, grâce à deux items.

Les résultats témoignent d'un effet « classe » assez important. L'anti-corrélation est prononcée ($r = -.45$) et la taille d'effet est grande. L'effet « groupe classe » concernant l'intérêt va de pair avec l'effet négatif sur la perception d'une carrière scientifique.

D'autres items, touchant la motivation et le souhait d'orientation des élèves, mais aussi touchant la démarche scientifique, suivent cette tendance marquée.

Cette analyse révèle donc que l'un des facteurs déterminants sur la motivation et les représentations des élèves est le facteur « groupe classe ». Bien que ne faisant pas partie de nos questions de recherche, cette confirmation nous permettra d'interpréter nos résultats.

- une augmentation des capacités en démarche scientifique uniquement chez les groupes DS et AE ;
- une augmentation de la démarche scientifique pour le genre "fille" (et pas pour le genre "garçon") ;
- une diminution de la compétence perçue pour le genre "garçon" (mais pas pour le genre "fille").

Nous allons discuter ces constats dans la section suivante.

5 DISCUSSION DES RÉSULTATS

5.1 Discussion des résultats du pré-test

Le pré-test montre des représentations attendues : Pour les élèves, la science permet de découvrir de nouvelles connaissances, c'est plutôt une discipline intéressante, globalement utile et pas trop difficile.

5.1.1 Une vision stéréotypée de la demande scientifique ?

Si les élèves interrogés affirment que faire des sciences c'est acquérir de nouvelles connaissances, ils semblent avoir conscience que les sciences sont plus complexes que cela, et qu'il s'agit aussi d'apprendre à poser des questions et réfléchir, à effectuer des manipulations et des expériences, à formuler des hypothèses, à faire des observations et des mesures, et à proposer une explication ou une solution à un problème scientifique (tous ces items ont une adhésion supérieure à 70%).

Ainsi, les enjeux de l'enseignement des sciences semblent en apparence être bien maîtrisés par les élèves de notre échantillon. Sans doute que ces objectifs apparaissent de manière explicite lors des séquences d'enseignement-apprentissage qu'ils vivent en classe. Cependant, nous pouvons nous interroger sur le fait que ces représentations correspondent à des stéréotypes des activités scientifiques proposés dans le cadre scolaire. En effet, il semble ici que les élèves restituent une vision figée de la démarche scientifique, telle qu'elle apparaît dans la fameuse formule OHERIC (Observation, Hypothèse, Expérience, Résultats, Interprétation, Conclusion), décriée depuis longtemps par les didacticien(ne)s des sciences (Giordan, 1999).

Ainsi, les élèves – comme les enseignants ? – ont peut-être intégré cette transposition didactique que représente la démarche OHERIC. Ce n'est qu'une hypothèse pour laquelle des recherches complémentaires seraient nécessaires. Mais trois items, pourtant essentiels lors d'une démarche scientifique, ne recueillent respectivement que 50 %, 31 % et 54 % d'adhésion :

- Concevoir une expérience pour tester une hypothèse.
- Identifier ce qui pourrait influencer les résultats d'une expérience. Comprendre ce qui n'a pas fonctionné dans une expérience.

5.1.2 Un intérêt important pour les sciences... ...alors que les orientations scientifiques sont délaissées

De manière générale, les sciences ont la cote. Les 2/3 des élèves interrogés trouvent les sciences intéressantes et ont du plaisir à suivre les cours de sciences. Cela ne doit pas occulter le fait que près de 20% des élèves ne trouvent pas les sciences intéressantes et affirment ne pas avoir de plaisir en sciences.

Aux questions liées à l'orientation professionnelle, seulement 11% des élèves interrogés souhaitent devenir scientifique plus tard, ce qui correspond aux résultats des études mentionnées dans notre cadre théorique (Dutrévis et al. 2017).

Il est dès lors légitime de s'interroger sur le fait que 2/3 des élèves affirment être intéressés par les sciences alors que seulement à peine plus de 1/10 souhaitent s'orienter vers une carrière scientifique.

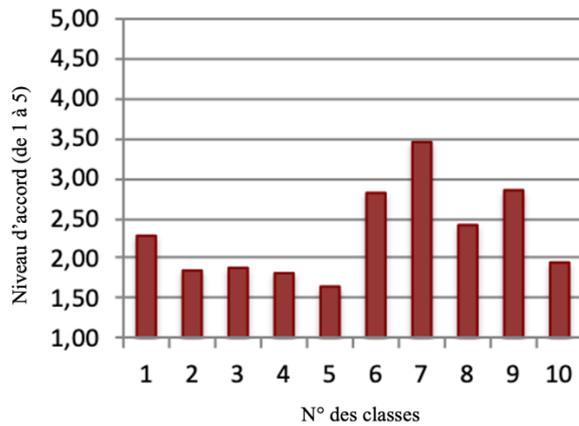
Différentes hypothèses peuvent être envisagées, notamment la méconnaissance de l'ensemble des filières scientifiques ou encore les représentations sociales concernant les métiers scientifiques. Cela dit, l'intérêt des élèves par rapport aux disciplines enseignées à l'école primaire n'est pas en rapport avec leurs projections concernant leur futur métier. Il en est certainement de même avec l'éducation physique, les arts plastiques ou les sciences humaines.

5.1.3 Les questions de genre

Comme attendu, les garçons affirment davantage aimer plutôt les sciences que le français. Par exemple, pour l'item « À l'école je préfère les sciences plutôt que le français », la différence des scores est de 0,85, le score moyen des garçons étant de 3,91 et celui des filles de 3,06. Une autre différence concerne la perception des élèves de la démarche scientifique. En effet, la sous-échelle « démarche scientifique » montre qu'initialement les filles identifient la démarche scientifique moins bien que les garçons ($d = -.38$). Finalement, la perception assez différente de la compétence perçue en défaveur des filles ($d = -.37$) est consistante avec la littérature (OCDE, 2007).

5.1.4 L'effet groupe classe

Un « effet groupe classe » assez prononcé a été révélé pour certaines sous-échelles, par exemple concernant l'envie de devenir scientifique ou encore par rapport au plaisir à suivre les cours de sciences. Voici une illustration concernant deux items, présentés grâce aux graphiques 5 et 6 ci-dessous



Graphique 5. Aimerais-tu devenir scientifique plus tard ?⁹

L'effet groupe classe assez prononcé découvert dans cette recherche nous permet de nous interroger sur les causes. Cet effet se révèle particulièrement important pour certains items, ceux concernant l'intérêt pour les sciences et le plaisir à suivre les cours de sciences et ceux concernant l'orientation professionnelle. Ainsi par exemple, pour les items ci-dessus, nous remarquons que la classe n°7, ainsi que dans une moindre mesure les classes n°6 et n°9, affichent une plus grande appétence pour devenir scientifique plus tard. Le second item témoigne du fait que la classe n°4 et la n°10 semblent moins aimer les sciences que les autres classes.

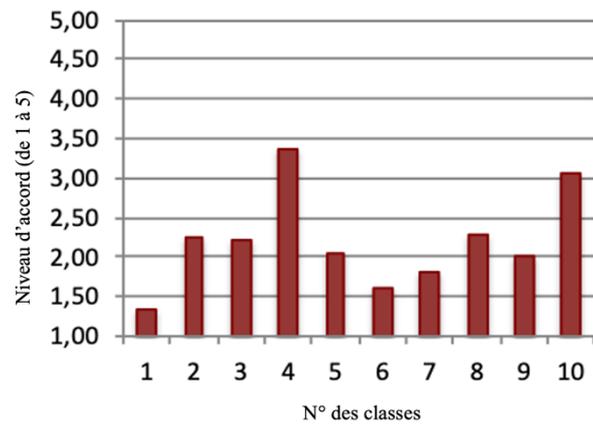
Il est difficile à ce stade de commenter ces résultats car trop de variables pourraient être susceptibles d'y jouer un rôle. Une recherche consacrée à ce phénomène pourrait permettre d'identifier les causes.

Est-ce que l'effet groupe classe est en fait un effet « enseignant », avec une affinité plus ou moins grande pour tel ou tel enseignant ? On pourrait en effet émettre l'hypothèse que certains enseignants sont moins à l'aise avec l'enseignement des sciences ou que leur style d'enseignement ne plaît pas aux élèves.

Est-ce que ce phénomène est lié aux pratiques ou au type d'enseignement des sciences de l'école. Des cultures d'école, avec des pratiques distinctes et/ou avec un intérêt (ou non) partagé au sein de la communauté scolaire pourraient expliquer cette hétérogénéité.

Est-ce qu'il n'y aurait pas un effet « enseignant complémentaire » ? Puisque dans certaines classes, l'enseignement des sciences est attribué à un enseignant complémentaire afin de délester l'enseignant titulaire, il se pourrait que celui-ci soit perçu négativement par les élèves, occasionnant problèmes de discipline ou désintérêt de la part des élèves pour la branche enseignée par ce

⁹ Ici, la moyenne de trois classes dépasse les 2,5 points. Une classe atteint même les 3,5 points.



Graphique 6. Je n'aime pas les sciences.¹⁰

complémentaire. De manière implicite en effet, les disciplines enseignées par l'enseignant titulaire, responsable de classe, sont probablement mieux considérées. Cela dit, cette hypothèse ne peut pas être vérifiée ici, d'une part, par le fait que dans l'une des deux classes ayant le plus haut score, les activités de sciences ont été données par l'enseignant titulaire et d'autre part, parce que les activités de sciences ont parfois été données par un intervenant externe (AE et RE).

Est-ce que le contexte socio-économique a pu jouer un rôle, les classes retenues pour la recherche n'étant pas situées dans des quartiers absolument identiques ? En effet, le contexte socio-économique pourrait jouer un rôle sur l'intérêt pour les disciplines scientifiques et l'orientation des élèves. Un milieu abritant un nombre important de parents d'élèves ayant une profession scientifique pourrait expliquer ces différences.

Une complémentarité entre ces facteurs n'est pas exclue, et seule une étude spécifique pourrait le déterminer.

5.2 Discussion des résultats du post-test

5.2.1 Une évolution pour les facteurs « démarche scientifique »

Au post-test, nos postulats de départ semblent se confirmer au moins en partie, puisqu'on observe peu de variation sur l'ensemble des items concernant la motivation et les représentations des élèves en sciences.

En effet, la majorité des items n'enregistrent que de faibles variations, non significatives.

Ces constats confirment que l'intérêt pour les sciences et les représentations en sciences se construisent sur du long terme et ne dépendent pas forcément directement des cours de science, mais de toute une série de facteurs liés à l'enseignement

¹⁰ Avec respectivement 3,4 points et 3,0 points, deux classes se démarquent nettement des autres. Sur le bas du graphique, une classe atteint 1,3 points.

(statut des savoirs, type de pédagogie, représentations épistémologiques des enseignants, ...) ou non (représentations socialement et culturellement partagée des sciences, environnement familial, représentations transmises par les médias, ...).

Cependant, quelques séquences ont des effets sur certains paramètres, comme pour le projet « Dans la peau de scientifiques » et les activités proposées par Animascience, assurément influant sur les facteurs « démarches scientifiques », mais pas sur les autres facteurs.

Ainsi, pour déplacer quelque peu les représentations des élèves sur les facteurs « démarches scientifiques », il se pourrait qu'il y ait une nécessité impérative de travailler spécifiquement et de manière explicite ces compétences, ce que visaient les séquences « Dans la peau de scientifiques » et « Animascience ».

Cela pourrait indiquer, en tout cas pour l'enseignement primaire, dont les enseignants sont des généralistes, qu'il faille implémenter des séquences cherchant explicitement à développer la démarche scientifique pour avoir de l'effet.

Une hypothèse complémentaire consisterait à rompre avec cette idée que la démarche d'investigation vise à mieux intégrer, ou à donner du sens, aux apprentissages de notions et de concepts scientifiques. Celle-ci pourrait être utilisée alors plutôt et peut-être même exclusivement pour faire prendre conscience aux élèves la manière dont les savoirs scientifiques se sont construits, de leur faire s'approprier des démarches scientifiques, voire développer leur rapport aux savoirs. Mais il se pourrait aussi qu'il soit nécessaire que chaque enseignant(e) acquière, et ce pour toutes les disciplines, des compétences épistémologiques. L'étude de Boivin-Delpieu et Bécu-Robinault (2015) montre d'ailleurs « l'impact des représentations épistémologiques des enseignants sur l'implémentation de séquences de sciences ». Elles affirment notamment qu'il serait pertinent « de proposer aux enseignants une formation en épistémologie dans laquelle ils seraient amenés à prendre conscience non seulement de leurs propres postures épistémologiques, mais aussi du caractère déterminant de cette posture notamment sur le rôle attribué à l'expérimentation ».

5.2.2 Une diminution globale de l'utilité perçue

La diminution globale de l'utilité perçue est surprenante. La taille d'effet est petite ($d = -.27$), mais cet effet se manifeste après un enseignement assez court (360 min. au total, intégré dans une durée totale de 3.5 mois), et il est évident qu'il amène le contraire de ce qu'il est censé produire. Nous pensons que cette diminution et ce pour tous les groupes, tient au fait que les séquences sélectionnées (classification, ateliers Animascience, Dans la peau de scientifiques, robotique), ne cherchent pas vraiment à mettre l'accent sur la question de l'utilité des sciences.

5.2.3 Une variabilité selon le genre

Le fait que le score « démarche scientifique » ait progressé pour les filles d'une façon prononcée ($d = +.5$, une taille d'effet moyenne, mais obtenue par une séquence assez courte) et ait stagné pour les garçons pourrait signifier que les activités proposées dans le cadre de cette recherche permettent de combler des faiblesses pour cette sous-échelle.

La diminution de la compétence perçue pour le genre « garçon » est plus surprenant. En effet, si le score reste stable pour les filles, il diminue significativement pour les garçons, comme si les activités avaient influencé négativement la compétence perçue des garçons. Encore une fois, il s'agit d'un effet petit ($d = -.37$), mais apparaît après une durée d'enseignement assez courte. Il pourrait s'agir d'une contre-réaction au fait que ces activités mettent en avant les capacités de tous les élèves, les garçons comme les filles. Sur ce même sujet, l'activité robotique a joué un rôle positif sur les stéréotypes de genre, puisqu'elle a permis d'infléchir la croyance que les garçons ont plus de facilité que les filles dans ce domaine technologique.

5.2.4 Les objectifs de notions et de concepts sont atteints

Les items de connaissances spécifiques pour chaque séquence ont également enregistré des évolutions significatives. Ainsi, par exemple, les élèves ayant suivi les activités de robotique affirment être mieux capable de programmer un robot et comprendre un langage de programmation, ceux du projet « Dans la peau de scientifiques » se sentent plus à l'aise pour réaliser un graphique en fonction de l'évolution de la masse d'un objet, ceux ayant suivi la séquence sur la classification disent arriver mieux à différencier les arachnides des insectes et ceux ayant suivi les activités proposées par Animascience se sentent plus à même de nommer des méthodes qui permettent de voir l'invisible.

La séquence « Classification » par contre est décevante concernant les acquisitions visées. Certes, au post-test les élèves arrivent mieux à nommer un amphibien, mais lorsqu'on leur demande des catégories d'animaux qui possèdent une colonne vertébrale, beaucoup nomment les insectes, les reptiles (qui ne représente pas une catégorie dans la classification phylogénétique), les arachnides. Apparemment la séquence n'a pas réussi à modifier les fausses conceptions à ce sujet.

5.3 Limites de cette étude

Cette recherche comporte certaines limites qu'il s'agit d'évoquer ici.

Comme les 10 classes retenues dans cette recherche ont été choisies selon des critères d'homogénéité, celles-ci ne peuvent pas être totalement représentatives de la réalité du canton.

Par ailleurs, le fait d'avoir choisi un questionnaire comme outil de recueil de données peut entraîner un

biais de désirabilité sociale, les élèves cherchant peut-être à répondre en fonction de normes sociales en vigueur.

Enfin, seuls quelques items utilisés avaient déjà fait l'objet de validation. La qualité psychométrique n'est donc pas optimisée.

Il faut donc considérer les résultats de cette recherche avec la prudence qui s'impose. Néanmoins, nous pouvons tirer des conclusions qui fourniront certainement des informations utiles dans le cadre de la mise en place de mesures visant à revaloriser l'enseignement des sciences.

6 CONCLUSION

La réponse à notre question de recherche est globalement négative. Le type de séquence n'a en effet que peu d'incidence sur l'intérêt et les représentations des élèves.

L'intérêt (utilité des sciences, importance des sciences, plaisir de faire des sciences, sentiment de compétence, envie de s'engager dans une orientation scientifique) n'évolue pas vraiment. Cela témoigne peut-être d'une dévalorisation des sciences au niveau institutionnel, voire d'un manque de visibilité de la science et de son importance dans notre société.

Ce résultat témoigne en tout cas de l'utilité de renforcer les dispositifs de revalorisation des sciences à l'école primaire.

D'autres facteurs pourraient être probablement plus déterminants pour faire évoluer la motivation et les représentations des élèves. Nous pensons notamment à la posture de l'enseignant : ses représentations épistémologiques, ses connaissances de la nature de la science, son intérêt personnel. Cela suppose donc qu'il pourrait être nécessaire de former les enseignants sur ces différents aspects.

Estelle Blanquet (2014) le précise d'ailleurs dans sa thèse : « L'idée que *pour enseigner efficacement les sciences, un enseignant doit avoir une notion claire de la nature de son sujet* n'a rien d'original. Je l'emprunte à Wynne Harlen, l'une des pionnières de la réflexion sur l'enseignement des sciences au primaire, qui insistait dans un rapport pour l'InterAcademy Panel – Groupe inter-académique pour les questions internationales qui réunit les académies des sciences du monde entier - (Harlen & Allende, 2009) sur le caractère crucial d'une vision claire de la nature de la science pour enseigner les sciences. Plus généralement, la question de la nature de la science (*NoS*, dans le jargon de la didactique anglo-saxonne) et de son appropriation par les enseignants est devenue un enjeu considérable de la recherche en didactique des sciences. Son enseignement explicite est par ailleurs l'un des enjeux des récentes réformes des programmes américains et anglais, y compris pour l'école primaire. »

La question d'un enseignement explicite de la nature de la science et de l'épistémologie dans notre pays, tant dans les classes de l'école primaire que dans

la formation initiale et continue des enseignants semble être une piste plus qu'intéressante. Il faut mentionner également que les enseignants de l'école primaire sont des généralistes et que leurs connaissances de base en sciences ne sont pas aussi élevées que celles des enseignants du secondaire. La formation initiale et continue ne peut pas faire l'économie non plus, d'une mise à niveau dans ce domaine.

Par ailleurs, les changements attendus par l'introduction du PER apparaissent avec une distorsion, laissant entrevoir une vision stéréotypée de l'enseignement des sciences chez les élèves, conséquence probable d'un même malentendu chez les enseignants. Les notions et concepts scientifiques restent prédominants et la démarche scientifique persiste à être comprise selon la formule OHERIC.

L'implémentation de nouveaux moyens ou de nouvelles séquences ne peuvent pas à eux seuls engendrer les changements voulus par le PER.

Seules les séquences cherchant explicitement à développer la démarche scientifique obtient des résultats positifs. Ainsi, pour honorer tous les objectifs du PER il s'agirait sans doute de développer des séquences spécifiques pour ces compétences visées.

Les résultats obtenus dans le cadre de cette recherche concernant les questions de genre sont plutôt rassurants. En effet, les activités de sciences proposées semblent avoir un effet plus marqué chez les filles, leur permettant ainsi de stimuler leur motivation vis-à-vis des sciences. Un autre constat intéressant, la mise en place d'activités de technologies, notamment l'activité de robotique, permettent de lutter contre les stéréotypes de genre concernant les sciences. Il est donc essentiel de développer ces activités.

On ne pourra pas faire l'économie d'un changement important en matière de formation initiale et continue si l'on veut infléchir les tendances.

Il faut préciser que :

- les sciences sont plurielles et qu'il n'existe pas *une* démarche scientifique;
- les sciences n'ont pas encore réussi à rendre visibles, lisibles et compréhensibles leurs méthodes;
- l'enseignement des sciences a été influencé par une série de courants pédagogiques et didactiques qui ont jalonné le vingtième siècle et qui donnent une image chaotique de la discipline.

En outre, aucun nouveau moyen d'enseignement de sciences n'a été spécialement conçu à la suite de l'adoption du PER, contrairement aux moyens d'enseignement des autres disciplines (français, mathématiques, allemand, histoire, géographie). La

CIIP¹¹ ayant choisi de retenir un moyen d'enseignement français existant, 64 enquêtes pour comprendre le monde aux éditions Magnard, ouvrage largement décrié par les enseignants et par les autorités scolaires, comme le confirme la récente décision de la CIIP de l'abandonner au profit de nouveaux moyens d'enseignement qui seront élaborés ces prochaines années.

Se côtoient ainsi dans les classes des brochures des années 80, les moyens d'enseignement des années 2000 et les moyens « officiels » qui arborent un statut de provisoire ! Cela incite les enseignants à se procurer des ouvrages du commerce ou à télécharger des activités dénichées sur Internet, imprégnés eux aussi par 50 ans d'évolution des méthodes d'enseignement des sciences.

Ainsi, les manuels présents dans les classes, publiés à des époques différentes et rédigés par des auteurs provenant d'horizons divers, ne font qu'accroître la diversité des approches pédagogiques auxquelles les enseignants se réfèrent pour mettre en place leurs séquences d'enseignement-apprentissage en sciences. Cela pourrait constituer un atout, puisque déléguant à l'enseignant le soin d'adapter et de s'appropriier ces documents, pour autant qu'il ait acquis les outils indispensables pour le faire.

Cette complexité, ce manque de clarté, ces errements et ces adjonctions se traduisent dans la pratique par une confusion générale tant au niveau des objectifs à poursuivre dans l'enseignement des sciences, qu'au niveau des approches pédagogiques recommandées.

Pour voir évoluer les pratiques et avoir une incidence sur la motivation et les représentations des élèves, le développement de séquences ne suffira pas. Un changement systémique comprenant le développement de séquences spécifiques, une intensification de la formation initiale et continue, et une revalorisation institutionnelle de l'enseignement des sciences semble indispensable.

ANNEXES

Les annexes sont disponibles sur le site de la revue.

BIBLIOGRAPHIE

Bayer, E. et Tuyns, G. 1996. *Elaboration de procédures et d'instruments de recherche*. Genève: Université de Genève.

Blanquet, E. (2014). *La Construction de critères de scientificité pour la démarche d'investigation : une approche pragmatique pour l'enseignement de la physique à l'école primaire*. [Thèse de doctorat, Université de Genève]. <https://doi.org/10.13097/archive-ouverte/unige:42783>

Boivin-Delpieu, G., & Bécu-Robinault, K. (2015). Influence des postures épistémologiques sur l'action professorale : Les phases de la Lune au cycle 3. RDST.

Recherches en didactique des sciences et des technologies, 12, 25-58. <https://doi.org/10.4000/rdst.1126>

Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques. Didactiques des mathématiques 1970-1990*. La Pensée Sauvage.

CIIP (2010). PER – Plan d'Etudes Romand. Neuchâtel, CIIP.

CIIP (2013). *Adaptation en 2 ouvrages 5P-6P et 7P-8P de Rolando, J.-M. et al. (2013). 64 enquêtes pour comprendre le monde*. Collection Odysseo, 3^{ème} cycle – édition 2011. Magnard.

CIIP/EDK (2015). *Objectifs nationaux de formation*. Consulté le 16/6/2020 sur http://www.edudoc.ch/static/web/arbeiten/harmos/gru/ndkomp_faktenblatt_f.pdf

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (No. 300.72 C6).

Cooper, H., Hedges, L. V., & Valentine, J. C. (Eds.) (2009). *The handbook of research synthesis and meta analysis*. New York: Russell Sage Foundation.

Coquidé, M., Fortin, C., & Rumelhard, G. (2009). L'investigation : Fondements et démarches, intérêts et limites. *ASTER*, 49, 51-78. <https://doi.org/10.4267/2042/31129>

Cortina, J. M. (1993). What is coefficient alpha? An examination of theory and applications. *Journal of Applied Psychology*, 78(1), 98-104. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.78.1.98>

Debaty, P. (1967). *La Mesure des attitudes : par Pol Debaty...* Presses universitaires de France.

De Boer, G.E.A (1991). *History of Ideas in Science Education: Implications for Practice*. Teachers College Press.

De Vecchi, G., & Giordan, A. (1987). *Les origines du savoir: Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Delachaux et Niestlé.

Dubois, L. (non publié). L'enseignement des sciences à l'école primaire et les traces écrites en sciences de la nature : attitudes d'enseignants. Étude exploratoire.

Dutrévis, M., Soussi, S. A., & Genoud, S. P. A. (2017). *Les attitudes et aspirations scientifiques des filles et des garçons à Genève*. Genève: Service de la recherche en éducation (SRED).

Genoud, P. A., & Guillod, M. (2014). Développement et validation d'un questionnaire évaluant les attitudes socio-affectives en maths. *Recherches en Éducation*, 20, 140-156.

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

Giordan, A. (2010). *Le désir d'apprendre : un oubli de l'école...* École changer de cap. <http://www.ecolechangerdecap.net/spip.php?article61>

¹¹ Conférence intercantonale de l'instruction publique

Groupe de rédaction du DIP, (2018). *Classer le vivant 7P/8P, Guide didactique et fiches pour les élèves*. DIP Genève.

Harlen, W., & Allende, J. E. (2009). Teacher professional development in pre-secondary school inquiry-based science education (IBSE). *GraficAndes*, Santiago Chile.
<http://www.interacademies.net/12238/2951/12250/9348.aspx>

Hasni, A., & Potvin, P. (2015). *L'intérêt pour les sciences et la technologie à l'école: résultats d'une enquête auprès d'élèves du primaire et du secondaire au Québec*. Chaire de recherche sur l'intérêt des jeunes à l'égard des sciences et de la technologie.

Hulin, N. (2007). *L'Enseignement Secondaire Scientifique En France d'un Siècle à l'Autre : 1802-1980 : Évolution, Permanences et Décalages*. INRP.

Hulin, N. (2001). *Études Sur l'Histoire de l'Enseignement des Sciences Physiques et Naturelles*. ENS Editions.

Jodelet, D. (1989). Représentations sociales : un domaine en expansion. Dans Jodelet, D., (dir.). *Les représentations sociales* (pp. 47-78). PUF.

Kahn, P. (2000). L'enseignement des sciences, de Ferry à l'éveil. *ASTER*, 31, 9-35.
<https://doi.org/10.4267/2042/8751>

Khine, M.S. (2015). *Attitude Measurements in Science Education: Classic and Contemporary Approaches*. Information Age Publishing.

Krapp, A. et Prenzel, M. (2011). Research on Interest in Science: Theories, Methods, and Findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27-50.

Lepper, M. R., Corpus, J. H., & Iyengar, S. S. (2005). Intrinsic and extrinsic motivational orientations in the classroom: Age differences and academic correlates. *Journal of educational psychology*, 97(2), 184.

Minier, P., & Gauthier, D. (2006). Représentations des activités d'enseignement-apprentissage en sciences et liens avec les stratégies pédagogiques déployées par des enseignants du primaire. *Journal International sur les Représentations sociales*, 3(1), 35-46.

Moscovici, S. (1961). *La psychanalyse, son image et son public. Étude sur la représentation sociale de la psychanalyse*. PUF.

National Research Council. 1996. *National Science Education Standards*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/4962>.

OCDE. (2006). *Compétences en sciences, lecture et mathématiques. Le Cadre d'évaluation de PISA 2006*.

OECD. (2007). *Pisa 2006 : Data* (Vol. 2). OECD Publishing.

Raynal, F., & Rieunier, A. (2001). *Pédagogie : Dictionnaire des concepts clés* (3ème éd.). ESF.

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). *L'enseignement scientifique aujourd'hui : Une pédagogie renouvelée pour l'avenir de l'Europe*. Commission Européenne.
http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_fr.pdf

RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>.

UNESCO. (2011). *International Standard Classification of Education: ISCED*. <http://www.uis.unesco.org/Education/Documents/isc-ed-2011-en.pdf>

Viau, R. (2003). La motivation en contexte scolaire. De Boeck Supérieur.

Wilkinson, L. (1999). Statistical methods in psychology journals: Guidelines and explanations. *American Psychologist*, 54(8): 594-604.