

User de la photographie pour engendrer un conflit sociocognitif

Comment faire évoluer les représentations de la notion de pente par la médiation photographique ?

Master en pédagogie spécialisée – Volée 2019-2022

Mémoire de Master de *Lucien Berberat*

Sous la direction de *Claude-Alexandre Fournier*

Bienne, avril 2022

Remerciements

Voici quelques remerciements d'usage, mais bien évidemment sincères et véritablement profonds :

A ma compagne Virginie, qui m'a supporté pendant ces trois années de formation et particulièrement soutenu, chouchouté et nourri pendant la période d'écriture de ce mémoire.

A Claude-Alexandre Fournier, qui a été un directeur de mémoire compétent, lucide, rigoureux, engagé, mais aussi moralement très efficace pour toujours trouver avec douceur les bons mots décrivant que cette recherche, ce n'est pas grand-chose : mettre 20'000 mots dans un ordre acceptable, compréhensible et scientifique.

A Anouck Visinand Ward, pour ses précieux conseils mathématiques et méthodologiques en début de processus.

A Marie et Sophie, pour leur relecture attentive, compétente et pertinente.

Aux médiathécaires de la HEP, pour leurs aides, leurs compétences, leurs recherches et leur disponibilité.

A Bastien Jeandrevin, pour son abnégation, sa patience et compréhension.

A mes élèves, qui auront été preneurs à l'expérience, ne comprenant pas vraiment ce que c'était que « ces discussions bizarres où on n'apprend rien » mais ayant généralement abordés ces activités avec le sourire et une motivation d'adolescent.

A Pierre, qui a toujours cru en mon projet et m'a soutenu avec l'achat de matériel photographique scolaire.

A ma famille, mes amis, mes collègues et toutes les personnes qui ont pu me rendre service, m'encourager ou encore s'intéresser à mon projet.

Lucien Berberat

Les pages liminaires

Résumé :

Selon la science, il est préférable que l'apprentissage des mathématiques s'effectue en lien avec le réel. Les outils numériques offrent aujourd'hui diverses possibilités et avantages. En quoi l'utilisation d'appareils photos numériques peut favoriser l'entrée dans l'apprentissage de la notion de pente ? C'est au travers du paradigme subjectiviste-constructiviste que cette étude cherche à observer les modifications de représentations des élèves dans une activité demandant à ceux-ci de photographier des pentes. Ils échangent ensuite entre eux en présentant leur photo et justifiant leur choix. L'analyse porte sur la modification de représentations et comment surviennent-elles ? Le chercheur constate qu'en tissant des liens avec le réel et en s'appuyant sur une médiation photographique, les représentations des élèves ont changé. Les élèves ont co-construit une entrée de la notion de pente leur permettant de se préparer à un codage mathématique.

Une nouvelle manière d'amener une notion en mathématique ?

Mots clés :

Mathématique, pente, médiation photographique, changement de représentation, 3^{ème} cycle

Liste des figures

| | |
|---|----|
| FIGURE 1 - DESIGN DE RECHERCHE | 13 |
| FIGURE 2 - PHOTO AMELLYA ROUND 1..... | 20 |
| FIGURE 3 - PHOTO AMELLYA ROUND 2..... | 21 |
| FIGURE 4 - PHOTO AMELLYA ROUND 3..... | 22 |
| FIGURE 5 - PHOTO ANAKIN ROUND 1 | 24 |
| FIGURE 6 - PHOTO ANAKIN ROUND 2 | 25 |
| FIGURE 7 - PHOTO ANAKIN ROUND 3 | 26 |
| FIGURE 8 - PHOTO DRAKE ROUND 1..... | 28 |
| FIGURE 9 - PHOTO DRAKE ROUND 2..... | 29 |
| FIGURE 10 - PHOTO DRAKE ROUND 3..... | 30 |
| FIGURE 11 - PHOTO EMMA ROUND 1..... | 32 |
| FIGURE 12 - PHOTO EMMA ROUND 2..... | 33 |
| FIGURE 13 - PHOTO EMMA ROUND 3..... | 34 |
| FIGURE 14 - PHOTO GRETA ROUND 1..... | 36 |
| FIGURE 15 - PHOTO GRETA ROUND 2..... | 37 |
| FIGURE 16 - PHOTO GRETA ROUND 3..... | 38 |
| FIGURE 17 - PHOTO NOÉLLINE ROUND 1..... | 40 |
| FIGURE 18 - PHOTO NOÉLLINE ROUND 2..... | 41 |
| FIGURE 19 - PHOTO NOÉLLINE ROUND 3..... | 42 |
| FIGURE 20 - PHOTO THIAGO ROUND 1..... | 44 |
| FIGURE 21 - PHOTO THIAGO ROUND 2..... | 45 |
| FIGURE 22 - PHOTO THIAGO ROUND 3..... | 46 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| TABEAU 1 - ÉCHANTILLON | 14 |
| TABEAU 2 - QUESTIONS D'ENTRETIEN INDIVIDUEL | 16 |
| TABEAU 3 – EST-CE QU’ON PEUT OBSERVER UN CHANGEMENT DE PERSPECTIVE DANS LES PHOTOS DES ÉLÈVES ? | 48 |
| TABEAU 4 - DEPUIS OÙ LA PENTE A ÉTÉ PHOTOGRAPHIÉE ? | 48 |
| TABEAU 5 - QUELLE PLACE PREND LA PENTE DANS LE CADRAGE CHOISI PAR LES ÉLÈVES ? | 49 |
| TABEAU 6 - NOMBRE DE PENTE(S) MONTRÉE(S) SUR LA PHOTO. | 49 |
| TABEAU 7 - DÉCRIVENT-ILS LEUR PENTE EN MENTIONNANT L’ENSEMBLE DES ÉLÉMENTS DE LA PHOTO ? | 50 |
| TABEAU 8 - EN LIEN AVEC LA DISCUSSION COLLECTIVE DU ROUND ? | 50 |
| TABEAU 9 - ROUND 1, CLASSIFICATION DES PHOTOS FAITES PAR LES ÉLÈVES..... | 55 |
| TABEAU 10 - ROUND 2, CLASSIFICATION DES ÉLÈVES, SUR QUELLES PHOTOS ON VOIT LE MIEUX LA PENTE ?..... | 59 |
| TABEAU 11 - ROUND 3, CLASSIFICATION DES ÉLÈVES, SUR QUELLES PHOTOS ON VOIT LE MIEUX LA PENTE ?..... | 65 |

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCTION..... | 3 |
| 2. PROBLÉMATIQUE..... | 4 |
| 2.1 <i>Point de départ de la réflexion.....</i> | <i>4</i> |
| 2.2 <i>Cadre théorique.....</i> | <i>5</i> |
| 2.2.1 Comment apprend-on les mathématiques ? Quelle approche pour la notion de la pente ? | 5 |
| 2.2.2 Quels sont les intérêts de l'utilisation du numérique ? | 6 |
| 2.2.3 La photographie et l'image au service des mathématiques | 7 |
| 2.2.4 Apprendre en étant acteur et en agissant sur le réel..... | 9 |
| 2.2.5 Utiliser le conflit sociocognitif comme moyen d'apprentissage | 10 |
| 2.3 <i>Opérationnalisation de la question de recherche.....</i> | <i>11</i> |
| 2.4 <i>Hypothèses</i> | <i>11</i> |
| 2.5 <i>Question de recherche.....</i> | <i>11</i> |
| 3. MÉTHODOLOGIE | 12 |
| 3.1 <i>Démarche choisie et design de recherche.....</i> | <i>12</i> |
| 3.2 <i>Design de recherche</i> | <i>12</i> |
| 3.3 <i>Méthodologie d'expérimentation.....</i> | <i>14</i> |
| 3.3.1 Échantillon..... | 14 |
| 3.3.2 Outils de récolte..... | 14 |
| 3.3.3 Passation | 17 |
| 3.3.4 Corpus | 17 |
| 3.4 <i>Méthodologie d'analyse</i> | <i>18</i> |
| 3.4.1 Plan d'analyse | 18 |
| 3.4.2 Méthodes d'analyse | 18 |
| 3.5 <i>Synthèse de l'analyse.....</i> | <i>19</i> |
| 4. ANALYSE | 20 |
| 4.1 <i>Analyse verticale.....</i> | <i>20</i> |
| 4.1.1 Résultat du travail de Amellya | 20 |
| 4.1.2 Résultat du travail de Anakin | 24 |
| 4.1.3 Résultat du travail de Drake..... | 28 |
| 4.1.4 Résultat du travail de Emma | 32 |
| 4.1.5 Résultat du travail de Greta | 36 |
| 4.1.6 Résultat du travail de Noëlline | 40 |
| 4.1.7 Résultat du travail de Thiago..... | 44 |
| 4.1.8 Tendances communes..... | 48 |
| 4.2 <i>Analyse des interactions.....</i> | <i>52</i> |
| 4.2.1 Entretien collectif 1..... | 52 |
| 4.2.2 Entretien collectif 2..... | 56 |
| 4.2.3 Entretien collectif 3..... | 60 |
| 4.3 <i>Analyse des modifications de représentations des élèves</i> | <i>66</i> |
| 4.3.1 La perspective | 66 |
| 4.3.2 Ce qu'ils montrent..... | 66 |
| 4.3.3 Ce qu'ils disent | 66 |
| 4.3.4 Leurs réflexions dans le cahier | 66 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 4.3.5 | Passage de la représentation à la notion | 67 |
| 4.3.6 | Autre chemin pour la symbolisation | 67 |
| 5. | CONCLUSION | 68 |
| 5.1 | <i>Réponse à la question de recherche</i> | <i>68</i> |
| 5.2 | <i>Pour aller plus loin</i> | <i>68</i> |
| 5.3 | <i>Les limites</i> | <i>69</i> |
| 5.4 | <i>Pour l'enseignant spécialisé.....</i> | <i>69</i> |
| 5.5 | <i>Mon expérience</i> | <i>69</i> |
| 6. | RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 71 |

1. INTRODUCTION

A l'école, l'apprentissage des mathématiques est parfois très abstrait pour certains élèves. En effet, mettre du sens, se représenter dans le réel à quoi correspond une nouvelle notion peut soulever des difficultés. Dans le milieu de l'enseignement spécialisé, ces paramètres sont d'autant plus marquants. Les élèves peuvent, de surcroît, éprouver des difficultés notamment liées à un trouble, une faible estime de soi ou des situations personnelles et familiales extrêmement compliquées. C'est dans ce cadre que l'enseignement spécialisé doit redoubler de créativité afin de trouver un autre chemin menant vers les apprentissages.

Apprendre nécessite de modifier ses représentations. Quelles sont les représentations des élèves quant à la notion de pente en mathématiques ? Comment permettre à ceux-ci de faire évoluer ces représentations ? Ce travail s'intéressera à l'évolution de celles-ci au travers de l'utilisation d'appareils photos dans une étude qualitative.

J'ai alors pensé à la photographie. Partir de l'image pour apprendre, confronter les avis de chacun dans l'optique de modifier les points de vue et apprendre.

Ce mémoire s'intéressera aux modifications des représentations de la pente des élèves au travers d'un exercice photographique et de confrontation de point de vue chez des élèves du 3^{ème} cycle.

Dans cette étude qualitative, les élèves seront amenés à produire des photos, à les présenter et les discuter en groupe. L'analyse portera sur les photos et les transcriptions des discussions collectives.

En mathématique une médiation photographie permet-elle de prendre un autre chemin méthodologique que celui plus conventionnel pour entrer dans la notion de pente ? Ce travail montre le parcours des sept élèves face à cette tâche innovante.

2. PROBLÉMATIQUE

2.1 Point de départ de la réflexion

Comment apprendre ? Comment apprendre lorsqu'on est en classe de soutien, lorsque le cursus scolaire a été un échec ? Jusqu'où l'enseignement spécialisé peut emprunter des chemins "non-conventionnels" pour aider l'élève à penser/structurer sa pensée ? Est-il envisageable d'emprunter un autre chemin que celui conventionnel pour arriver à un codage mathématique du monde ? Voici des questions qui ont, de fil en aiguille, fait leur chemin et m'ont amené à effectuer ce travail.

Dans le système scolaire, l'enseignant spécialisé entre en jeu lorsque l'enseignement ordinaire n'est plus adapté à un élève. Sa position dans le contexte scolaire l'oblige à penser différemment, à prendre de nouveaux chemins battus afin de permettre à ses élèves d'apprendre. Mais comment apprendre lorsqu'on est un élève qui n'a pas réussi dans le circuit régulier ? C'est justement à l'enseignant spécialisé, dans son rôle de personne ressource, de trouver des réponses pour permettre à ses élèves de progresser.

La société, le monde se numérise presque à vue d'œil. L'environnement numérique¹ touche chaque jeune, presque chaque personne en Suisse. Le développement d'un enfant, d'un adolescent est marqué par l'environnement numérique. Ses habitudes changent, ses comportements s'adaptent. Son quotidien est impacté par l'arrivée du numérique. Le milieu scolaire est également concerné, alors comment l'école peut-elle se positionner ? Quel est son rôle dans cette digitalisation du monde ? Comment apprendre avec le numérique ?

Les outils numériques sont arrivés dans les écoles, tout comme dans nos vies. Ils sont partout et l'école questionne l'apport pour les apprentissages en fonction du développement, des matières et des profils d'élèves face à l'utilisation de ces nouvelles technologies. Dans l'enseignement spécialisé, de multiples applications n'ont plus à faire leurs preuves quant aux bénéfices qu'elles peuvent avoir pour certains élèves. En effet, nous pensons notamment aux élèves dyslexiques ou encore malvoyants par exemple, qui ont des aides utiles et étayantes pour l'apprentissage. La technologie amène une médiation possible entre l'élève et la matière, supervisée par l'enseignant (Plaisance, 2019). Un savoir qui peut être approché d'une autre manière que par le livre. Mais au-delà du code, des applications dédiées et conçues à des fins bien spécifiques, la technologie ou le numérique ne pourraient-ils pas permettre d'apprendre différemment ?

Prendre une photographie est devenu un geste complètement banal, à la portée de tous ou presque. Cela, alors qu'il y a tout juste une vingtaine d'années, au temps de la photo argentique, les procédés de prise de photos et de développement (technique et financier) exerçaient une influence sur la production de photo, une mesure qui a presque complètement disparu aujourd'hui. L'école ne pourrait-elle pas s'approprier cette facilité à fixer un point de vue dans la perspective de générer la réflexion ? Exploiter la photo comme base de discussions ? En d'autres mots, cela consisterait à prendre un autre chemin pour l'apprentissage. Il est devenu si facile de prendre une photographie, c'est même devenu ludique, un jeu gratuit, alors pourquoi ne pas en profiter pour aborder les mathématiques ?

¹ Le monde numérique est considéré dans ce mémoire comme l'ensemble des nouveaux appareils s'opposant au monde analogique. (Rabah, 2018)

2.2 Cadre théorique

2.2.1 Comment apprend-on les mathématiques ? Quelle approche pour la notion de la pente ?

Généralement, à l'école, les mathématiques sont abordées au travers d'apports théoriques et de mises en application au travers d'exercices. Il s'agit d'apprendre au travers d'un livre, d'apprendre selon une méthode. L'élève apprend un concept, puis l'applique à différentes situations. Néanmoins, comme le montrent Verschaffel & De Corte (2008), l'enseignement des mathématiques est à privilégier avec un lien au réel, des situations concrètes. L'élève perçoit mieux le concept et cela lui permet de vivre son apprentissage, d'avoir un lien concret avec celui-ci et de le matérialiser en relation avec l'environnement qui l'entoure. En somme, l'élève qui peut mettre du sens sur ses apprentissages et manipuler le réel arrivera probablement mieux à apprendre et comprendre.

Van Nieuwenhoven, De Vriendt, et Hanin affirment qu'actuellement, l'enseignement des mathématiques ne se fait pas vraiment en lien avec le réel, malgré son importance :

« À l'école, les activités d'apprentissage en mathématiques se basent souvent sur l'arithmétique et la formalisation. Les activités concrètes y sont le plus souvent artificielles et donc non significatives pour les apprenants. La mémoire y est plus souvent sollicitée que la construction de sens. » (Van Nieuwenhoven, De Vriendt, et Hanin, 2019, p.36)

Le mot *artificiel* se trouve au centre de la question. En effet, sans sens l'élève peine à comprendre pourquoi nous lui demandons d'apprendre un concept ; ce qui aura un effet sur sa motivation. Dans le processus de l'acquisition de connaissances, l'élève doit pouvoir comprendre, tâter, essayer, se tromper et pas simplement écouter, appliquer et reproduire (Viguié-Vinson, 2017). Toutes ces affirmations ont assurément encore davantage de sens avec des élèves rencontrant des difficultés scolaires.

Dans le champ des mathématiques, la notion de pente sera au cœur de la présente recherche. Selon le Plan d'étude romand (2022), la pente fait partie d'un large panel de notions toutes regroupées sous le même concept : la proportionnalité. Celle-ci rassemble notamment les notions d'échelle, de pourcentage, de pente et de débit. Il n'existe donc pas spécifiquement de didactique² de la pente. Nous présenterons donc ici la didactique de la proportionnalité pour illustrer l'enseignement de la pente.

Selon Small (2018) : « Le raisonnement proportionnel est basé sur la relation d'égalité entre deux quantités » (p.82). Concernant la pente, on transpose cette définition de la sorte :

$$Pente = \frac{Dénivelé (Hauteur)}{Distance horizontale} \text{ ou } Pente = Degrés^3.$$

Dans son livre concernant la didactique des mathématiques, Small (2018) propose d'aborder la notion au travers de différentes situations concrètes de la vie de tous les jours pour gentiment se tourner vers une compréhension plus conceptuelle. Concrètement, elle propose par exemple d'observer des rapports (combien de filles et de garçons dans un groupe), puis aborder la notion de taux (avec 5.- je peux acheter deux pâtisseries, avec 10.- je peux en acheter quatre), puis utiliser une table de valeurs pour y introduire la notion de taux, puis

² Définition : Théorie de l'enseignement.

³ Degrés calculés en prenant comme base une surface plate.

convertir cette table en fraction et finalement comprendre le lien entre deux fractions équivalentes. Le cheminement ci-dessus est évidemment résumé et écourté, le but n'étant pas de détailler la didactique de l'enseignement de la proportionnalité. L'intérêt est plutôt de constater que pour enseigner ce domaine des mathématiques la didactique suggère dans un premier temps de se pencher sur des situations réelles pour permettre à l'élève de percevoir la notion en lien avec des situations concrètes. Dans un deuxième temps, l'élève appliquera la notion dans de multiples situations diverses, variées et peut-être même inconnues de l'élève.

Cette didactique correspond aux suggestions de Verschaffel & De Corte (2008) présentées ci-dessus.

2.2.2 Quels sont les intérêts de l'utilisation du numérique ?

Les enfants d'aujourd'hui naissent dans le numérique. Dans la perspective où l'école vise à structurer leur pensée dans un monde culturellement marqué, à donner les clés de compréhension de ce monde, elle ne peut fermer les portes au monde du numérique. Au contraire, elle joue un rôle et a une responsabilité qu'elle ne peut ignorer face à tous les défis sociétaux que soulève ce domaine. L'enseignement lié au numérique comporte plusieurs enjeux : sensibiliser face aux possibles risques (notamment la santé, l'usurpation d'identité ou la tentative d'escroquerie), mais également réussir à apprendre avec le numérique. L'école participe pleinement à la formation des futurs citoyens et leurs capacités à s'intégrer dans un monde de plus en plus numérisé. La pédagogie fait le pont en préparant, tant dans la forme (introduction des technologies de l'information et de la communication (TIC)) que dans le contenu (connaissances diverses, sensibilisation), les enfants à vivre dans le monde actuel.

Labourdette (2018) pose cette question : « Comment mobiliser les riches potentialités des outils numériques au service de démarches de médiation pédagogiques ? » (p.73). Elle relève ici un point significatif du rôle de l'école. Comme mentionné plus haut, le potentiel des outils numériques peut amener de nouvelles manières d'apprendre, de nouvelles sources d'inspirations afin d'apprendre à utiliser ce monde de manière professionnelle. En effet, nous savons tous qu'il est ludique de regarder des vidéos, d'échanger avec ses amis ou encore de s'informer sur sa prochaine sortie au cinéma. L'école joue aujourd'hui un rôle central dans l'éducation à l'utilisation du numérique dans le sens où les élèves sont inévitablement en lien avec l'aspect ludique de tous ces outils. Il existe néanmoins une autre facette, une autre approche de l'utilisation du numérique ; l'aspect professionnel de ceux-ci : notamment envoyer des mails, prendre une photo en mettant un objet en valeur, préparer une présentation et créer un document. Un des multiples défis des enseignants est donc de réussir à enseigner en utilisant les potentialités des outils numériques. Est-ce une contrainte supplémentaire dans le travail de l'enseignant ou une opportunité de travailler autrement ? Voici trois axes permettant de favoriser l'apprentissage.

Manipuler

Levy (1991) soutient que : « Certains environnements multimédias permettent de simuler et de manipuler des modèles et d'observer directement les conséquences de la manipulation sur ceux-ci » (p.127). Au niveau de la photographie, effectivement dès l'arrivée du numérique, la photographie a été bouleversée. En effet, il n'est plus nécessaire d'attendre d'avoir terminé son film puis de prendre le temps de le développer pour visualiser le résultat d'une photo. Avec l'avènement du numérique, le photographe perçoit instantanément et facilement la photo. Cela permet, sans attendre, d'observer sa photo et potentiellement d'en reprendre une autre en ayant modifié certains paramètres. Cette possibilité permet par exemple aux élèves d'essayer, de tester, d'observer, d'être critique puis de rectifier et de photographier autrement en très peu de temps. La photographie permet ainsi une double posture acteur/expérimentateur - observateur/posture interprétative.

Motiver

Lieury (2017) affirme que l'élève perd sa motivation lorsqu'il n'est plus capable de tisser des liens entre ce qu'il fait et les résultats qui en surgissent. Cela rejoint Van Nieuwenhoven, De Vriendt, et Hanin (2019) au sujet de l'importance pour l'élève d'être capable de mettre du sens sur l'apprentissage. La motivation est un vecteur central de l'apprentissage. Il est une conséquence de multiples causes mais également la cause de multiples conséquences. La motivation intervient dans le cercle vertueux de l'apprentissage et est souvent absente du cercle vicieux amenant certains élèves à la démobilité face à l'apprentissage. C'est pourquoi il s'agit d'un point important pour l'élève.

Dans le milieu de l'enseignement spécialisé, les élèves sont parfois en manque de motivation. Ceci peut notamment s'expliquer par des difficultés d'apprendre dans un cadre, des didactiques, une pédagogie dans lesquels l'élève n'a pas pu apprendre. Cela influence directement l'implication qu'il met dans son travail. C'est pourquoi proposer d'autres voies d'apprentissages est parfois nécessaire afin de renouer avec la motivation. Les technologies, ou encore le monde du numérique peut tout à fait servir de support pour sortir de la routine, comme le démontrent Kadi et Al. :

« La plupart des travaux sur l'utilisation éducative des TIC montrent ce que ces dernières offrent comme possibilités pour soutenir la motivation, favoriser l'autonomie dans les apprentissages, faciliter la réflexivité, les interactions, et aider à l'acquisition de compétences dites transversales : recherche d'informations, organisation, classement, traitement. » (Kadi et al., 2019, p. 139)

Mobiliser

Les TIC peuvent soutenir la motivation mais également permettre à l'élève d'être actif, acteur et mobilisé face aux apprentissages. Meirieu (2016) relève l'importance de mettre les élèves en conditions en se mobilisant afin de progresser dans « leur réussite scolaire, professionnelle et citoyenne » (p.155). Lorsqu'un élève est actif, quelle que soit la situation, il sera soit confronté à lui-même, aux autres, à ses difficultés ou à ses forces et cela lui permettra très souvent de se rencontrer, savoir qui il est : devenir quelqu'un, un citoyen. Cela peut paraître simple et basique. Cette réflexion est tout de même essentielle puisqu'un élève qui ne se mobilise pas est inactif. Donc, si les TIC permettent de mettre l'élève en activité, ce point s'avère significatif et notable.

Pour conclure, Tisseron liste dans une de ses publications les bienfaits du numérique :

« Bien utilisé, il permet d'intégrer des enfants handicapés dans le circuit normal, de remotiver certains élèves, de développer la motivation intrinsèque, d'effectuer des retours d'expériences qui confortent la motivation initiale, et de favoriser l'autoévaluation. N'attendons pas de la technologie plus que ce qu'elle peut donner, mais explorons tout ce qu'elle peut apporter. » (Tisseron, 2017, p.113)

Le numérique permet donc d'apprendre, mais ne fait pas tout. Il pourrait être considéré comme un autre chemin possible vers l'apprentissage.

2.2.3 La photographie et l'image au service des mathématiques

Que permet la photographie ? Quelles sont ses vertus ? Debat mentionne ceci dans son ouvrage :

« Ainsi, si la photographie était bien l'acte qui consistait à transcrire le monde en image, et essentiellement à traduire en deux dimensions, ce qui était en trois dimensions ou plus exactement en quatre dimensions, la photographie était considérée encore comme un art de la représentation alors qu'elle était en marge d'indisciplinarité. La photographie a toujours pu être une technique de manipulation, de transgression mais elle a aussi toujours été une image muette et donc un embrayeur à dire, à traduire, à interpréter et aujourd'hui à faire faire autrement, à disrupter et inventer autre chose, d'autres choses, autrement. » (Debat, 2020, p.372)

Il serait réducteur de considérer la photographie comme un moyen pratique pour ramener de belles photos de ses vacances. Elle permet également d'incarner et de transcrire un point de vue. Ainsi, pourquoi ne pas utiliser la photographie afin d'apprendre en mathématiques ? La photographie permet de montrer une manière de voir un sujet, un thème et ceci peut être utilisé comme une porte d'entrée pour amener la discussion, l'exposition d'un point de vue.

De plus, Tisseron (1996) soulève qu'une photo est tout sauf une image de la réalité. Au contraire, c'est un choix, c'est la vision d'une personne qui a décidé de montrer ceci ou cela. La photo est donc sujette à la discussion, au partage, à la subjectivité et à l'introspection. Elle est certainement le point de départ d'un point de vue, donc également d'une discussion ou même d'un débat. Il est alors intéressant de constater que celui qui présente sa photo à autrui propose son point de vue mais s'expose également à ce que celui d'autrui diffère du sien.

La photographie peut-elle intervenir dans la médiation pédagogique ? Morandi (2001) décrit cela : « L'hypothèse doit être mise à l'épreuve de l'expérience, ici concentrée sur l'action sur le monde » (p.65). La photographie permet alors de mettre à l'épreuve ses hypothèses. Imaginons que l'élève doive émettre des hypothèses mathématiques et qu'il soit amené à les photographier. La photo serait alors une possibilité pour lui de tester ses hypothèses, tenter de montrer son point de vue ainsi que s'exposer aux points de vue des autres. En effet, son point de vue, ou le cadrage, « participe à la mise en forme et à l'appropriation symbolique du monde de façon intense » (Tisseron, 1996, p.28). Au travers de la photographie, l'élève peut être amené à réfléchir à ses points de vue, à son opinion et surtout à la manière dont il va pouvoir la représenter.

La photographie permet ainsi de mettre ses hypothèses à l'épreuve ou encore de s'ouvrir à l'interdisciplinarité. Hatchuel mentionne également l'importance de se questionner :

« A travers plusieurs exemples d'activités menées à tous les niveaux, de la maternelle au collège, en mathématiques ou en sciences, les auteur(e)s montrent comment l'essentiel du travail réside dans l'acquisition d'une démarche de questionnement et d'organisation des savoirs. Les acquis deviennent alors de véritables apprentissages, et non pas un simple vernis de savoirs vaguement mémorisés » (p.64)

La photographie peut endosser ce rôle de questionner les mathématiques. Lorsque quelqu'un présente une photo, celle-ci peut être le point de départ d'une discussion. Nous avons tous des perceptions différentes face à une photo. Dans un groupe, cela générera un dialogue, un questionnement puis une remise en question de l'acteur. Ensuite, le groupe pourra organiser, classer et s'entendre concernant les différentes discussions, ce qui permettra à la photographie de rendre des apprentissages solides et constants. A noter que ces propos s'entrecoupent avec l'idée de mettre du sens sur les apprentissages.

Pour conclure, Viguier-Vinson (2017) souligne l'importance de la pédagogie active en mathématiques : « Commençons par remettre aux élèves les bons outils pour raisonner et par éveiller leur curiosité autant que leur plaisir, avant de leur faire découvrir le vrai mystère des équations » (p.58). L'hypothèse de cette recherche est donc que l'appareil photo peut rendre l'apprentissage actif, participer à la motivation de l'élève et lui permettre d'entrer dans les

apprentissages. Celui-ci permettra d'amener un aspect ludique à l'apprentissage tout en tissant des liens avec le concept de la pente.

2.2.4 Apprendre en étant acteur et en agissant sur le réel

Tisseron (2002) déplore que l'enseignement actuel soit encore trop basé sur le langage parlé et écrit. Il relève qu'en fonctionnant de la sorte, on laisse de côté une catégorie d'enfants, ceux qui « ont besoin de passer par la médiation des images ou de l'espace pour utiliser leurs capacités » (p.227). L'auteur relève l'importance de varier les approches théoriques, varier les démarches d'apprentissages, afin que l'enseignement tende à être le plus adapté aux besoins de chacun. Transposé à la photographie, cela peut ouvrir la possibilité d'aborder un sujet mathématique depuis un autre point de vue que l'habituel. Les élèves peuvent bouger, se mettre dans la pente, la vivre concrètement. Ils sont acteurs, réfléchissent avec le monde qui les entoure puis, comme mentionné ci-dessus, présentent leur photo. La photographie offre la possibilité de travailler autant avec le domaine de l'espace et de l'image que celui acoustico-verbal.

De plus, Verschaffel & De Corte appuient l'importance d'être dans l'action, la pratique et ce dans le concret, le monde qui entoure et concerne les élèves :

« De nos jours, une idée largement partagée dans la communauté des chercheurs concernés par l'enseignement des mathématiques, est que les processus d'apprentissage constructifs et autorégulés doivent préférablement se produire et être étudiés en contexte, c'est-à-dire en relation avec l'environnement social, contextuel et culturel et les facteurs dans lesquels ces processus sont insérés et les influencent. » p.40

A nouveau, la photographie est compatible avec les suggestions présentées. Elle permet précisément de fixer le monde de l'élève, de le montrer selon son point de vue et de le présenter à ses camarades. L'élève est libre de présenter ce qu'il souhaite et sa production lui sert d'apprentissage futur.

La photographie est une trace, et non pas une empreinte. Tisseron (1996) insiste sur ce point car les définitions diffèrent et ont leur importance. En effet, l'empreinte est la marque laissée en creux ou en relief par le contact d'un corps avec une surface. On pourrait imaginer une chaussure dans de la terre ou des pattes d'oiseau dans la neige. La trace, elle, n'implique pas forcément le contact entre deux éléments mais témoigne également « de l'intention du sujet qui l'a réalisé. » Ce petit élément diffère et implique un sens différent. La trace est liée à l'intention de quelqu'un, elle montre une volonté et est le fruit d'un choix.

La photographie est donc bel et bien une trace et non une empreinte. Chaque photo est en mesure d'être expliquée, justifiée par son auteur.

Dans leur ouvrage sur la différenciation, Small et Lin (2014) soulèvent que : « Les enseignants ont besoin de trouver une façon de faire participer tous les élèves, peu importe leur stade de développement, à l'aide d'une seule question ou d'un seul ensemble de tâches connexes » (p.187). Les auteurs démontrent la possibilité d'avancer ensemble, sur le même sujet, mais chacun à son rythme en fonction de son niveau et de ses compétences. La photographie permet également d'imaginer ce concept. Chaque élève intervient avec sa photo en fonction de ses aptitudes, ses conceptions et sa perception du monde. Et, c'est justement cet aspect tellement personnel qu'il sera intéressant de confronter entre les élèves. Explications au chapitre suivant.

2.2.5 Utiliser le conflit sociocognitif comme moyen d'apprentissage

Nous avons tous nos avis, nos jugements.

« Face à un événement d'images tout comme face à un événement réel, chacun se construit une représentation personnelle de ce qu'il voit, au carrefour de son histoire et de ses préoccupations du moment. La preuve en est que, si on demande à plusieurs personnes de parler d'une photo qu'elles ont vue, personne ne la raconte de la même façon, et chacun est totalement pris dans l'illusion que sa version est la bonne ! » (Tisseron, 2002, p.213)

Nous percevons tous le monde différemment. La compréhension que nous en avons diffère et les images n'échappent pas à la règle. Confronter des points de vue hétéroclites laisse place au dialogue, à la remise en question ainsi qu'à la compréhension de notre fonctionnement. La photo est donc un point de départ possible pour le conflit sociocognitif.

Labourdette (2018) dit : « Les images ont acquis une toute nouvelle fonction psychosociale. Elles étaient outils de propagande, de mémoire et d'expression de la culture légitime (peinture, sculpture, architecture, cinéma, télévision...). Elles sont désormais les instruments d'une nouvelle forme de conversation, d'oralité » (p.72). La photographie a évolué, son sens, son utilité, son usage et son interprétation ont diamétralement changé. La photographie a été une révolution et continue à révolutionner, d'ailleurs. Probablement que la plus grande innovation a été l'arrivée du numérique puisque nous avons passé de la photo qui est un luxe, un privilège, un coût, à la possibilité de capturer n'importe quoi avec un outil qui entre dans nos poches. En parallèle de la progression technologique, la place de la photo a inévitablement changé. La photo est devenue un phénomène omniprésent qui permet de véhiculer un message, qui génère la discussion et qui est porteuse de sens.

Pour continuer dans la perspective du socioconstructivisme, Van Nieuwenhoven, De Vriendt et Hanin (2019) vont dans le sens que le groupe est « un levier » pour apprendre et progresser dans les apprentissages et ils relèvent que cela s'applique particulièrement avec des enfants en difficultés. Ils ont identifié trois facteurs qui contribuent à leur opinion.

Le premier étant que le groupe est une motivation pour l'élève. Il pourra s'identifier aux questionnements, aux émotions mais également aux difficultés de ses congénères. L'esprit d'équipe a une importance motivationnelle non négligeable pour l'apprenant.

Le deuxième étant que « le groupe est source d'échanges verbaux qui se développent petit à petit au fil des séances et qui permettent donc de construire la relation, d'apprendre à se connaître et à se sentir bien ensemble » (p.77). Cela participe évidemment à la cohésion du groupe.

Et le troisième étant que « le groupe ouvre la voie aux conflits sociocognitifs » (p.77). Ils précisent que toute interaction n'implique pas forcément un conflit sociocognitif mais que dans un cadre pédagogique donné et construit par un enseignant, « l'enfant va prendre conscience de divergences de vue qui pourront être le point de départ de démarches d'argumentation fréquentes et intenses » (p.77). Ces argumentations peuvent déboucher sur des remises en question, une perception de soi-même différente, un changement d'opinion.

Comment une photo et sa présentation peuvent-elles amener à un changement de sa propre pensée ? Tisseron (1996) dit : « Enfin, le moment où la photographie est regardée, et éventuellement montrée, cela ajoute en règle générale la symbolisation verbale à la symbolisation sensori-affectivo-motrice essentielle dans les moments précédents. Parler autour d'une photographie mobilise les processus de symbolisation propres à chacun » (p.29). Montrer sa photo, l'expliquer est presque synonyme de se mettre à nu. Les autres pourront exprimer leur point de vue, être en accord, en désaccord. La confrontation des opinions permet à l'individu de concevoir et discerner la différence de point de vue et finalement confronter la

différence à ses perceptions. Ce processus de symbolisation est un pas vers la notion d'apprendre à penser, apprendre à gérer le point de vue différent ainsi que le tolérer et pourquoi pas le mettre en perspective de sa propre manière de raisonner et selon Tisseron (2017), « la symbolisation du monde passe par les images autant que par le langage, oral et écrit » (p.110).

2.3 Opérationnalisation de la question de recherche

Comment modifier les représentations des élèves au travers d'un chemin différent de la méthodologie traditionnelle des mathématiques ? Dans quelle mesure leur raisonnement évolue au fil des semaines ? La prise de vue des photos change-t-elle ? En quoi la photographie se révèle un soutien à la réflexion ?

Ce qui est recherché est la capacité d'apprendre au travers de ses propres hypothèses, de modifier ses représentations au travers des hypothèses des autres, d'observer le cheminement de sa réflexion de ses photos et de la confrontation-explicitation des photos des autres.

Au travers de cette étude nous chercherons dans un premier temps à percevoir la représentation personnelle d'élèves du cycle trois de ce qu'est une pente. Dans un deuxième temps, nous nous attarderons à observer l'évolution de la représentation de la pente au travers des photographies réalisées par les élèves et à nous demander dans quelles mesures les points de vue de chacun convergent vers le même point.

2.4 Hypothèses

- Au départ, les élèves auront des manières très individualisées de photographier et d'expliquer la pente.
- La mise en jeu des images favorisera les conflits sociocognitifs.
- Leurs représentations évolueront en confrontant leur avis à ceux des autres.

2.5 Question de recherche

Comment les représentations de la pente en mathématique changent et tendent vers la théorisation par la médiation photographique et la mise en jeu de l'image dans le groupe chez des élèves en classe de soutien au 3ème cycle ?

3. MÉTHODOLOGIE

3.1 Démarche choisie et design de recherche

La recherche s'inscrit dans le paradigme subjectiviste-constructiviste. La démarche qualitative s'inscrit dans le paradigme subjectiviste-constructiviste (qui s'oppose au paradigme positiviste) des sciences sociales et humaines (SSH) décrit par Delefosse (2017). C'est une approche scientifique qui permet de prendre en compte une réalité construite socialement et toujours en mouvement. L'intention sera de comprendre par une approche qualitative le point de vue des sujets (notamment représentations, argumentations) et le sens qu'ils donnent. Les interactions, la démarche socio-constructiviste générées par le dialogue entre les élèves seront également un aspect central de la recherche. Une approche qualitative tout au long du processus de recherche permettra d'analyser le chemin parcouru par les élèves, ou non, face au concept de la pente.

La récolte des données se fera au travers de plusieurs outils. L'outil principal sera l'entretien. L'entretien permet de recueillir des informations dans un cadre donné (échantillon) et préparé (canevas d'entretien) mais le déroulement de celui-ci reste imprévisible. Cela implique une certaine souplesse de la part du chercheur, mais il permet surtout de s'ajuster à la situation, rebondir, modifier les objectifs en fonction du déroulement des entretiens (Sifer-Rivière, 2016). La recherche utilisera une démarche participative à l'aide de la *photo elicitation*. Comme le montre Eva Bigando (2013), la *photo elicitation* possède plusieurs avantages. En premier lieu, celle-ci incite l'élève à mener une double réflexion ; une réflexion "pré photographique" en prenant la photo (traduction d'une consigne en photo) et la seconde est "post photographique" (comment vais-je justifier mon choix). En effet, la participation active des élèves dans leur processus d'apprentissage est une nécessité pour tout apprentissage.

En premier lieu, ils seront chacun conduits à présenter leur photo/point de vue. Suscité par l'explicitation des représentations de chacun, un conflit sociocognitif naîtra des confrontations de point de vue et permettra de développer une discussion permettant peut-être de co-construire un savoir sur la base des rapports établis entre les différents points de vue.

En deuxième lieu, Eva Bigando (2013) relève également l'importance de l'objet tiers pour discuter. La photographie est un troisième interlocuteur dans le dialogue qui brise la crainte de l'entretien en tête à tête parfois stressant.

En troisième lieu, Eva Bigando (2013) mentionne aussi qu'un grand intérêt de la *photo elicitation* est qu'elle place l'interviewé au premier plan, il est maître de ses propos en livrant les images de "son" monde tout en réduisant le problème de l'influence de l'enquêteur puisqu'il n'est pas à la source de la création du contenu de base (la photo). C'est pourquoi la *photo elicitation* permet de mettre le chercheur dans une posture d'effacement et de laisser émerger les représentations de chacun. C'est en effet l'élève qui sera actif pour expliciter son point de vue, en opposition à la posture active de l'élève-sujet. Il devra rechercher, participer et se livrer. Ses démarches, ses réflexions seront le centre de l'analyse de cette recherche action. L'intention est donc portée sur l'individu, sa réflexion et la mise en jeu de son point de vue.

3.2 Design de recherche

Voici concrètement le déroulement de la récolte des données. Compte tenu de l'approche qualitative de la recherche, une partie de ces étapes sera peut-être adaptée. En effet, deux concepts clés sont propres à la recherche qualitative : l'itération et l'induction. Ceux-ci visent à maintenir une certaine souplesse face au terrain, au contexte tout en ayant une rigueur scientifique cohérente. Ceci correspond particulièrement au type de recherche subjectiviste-constructiviste.

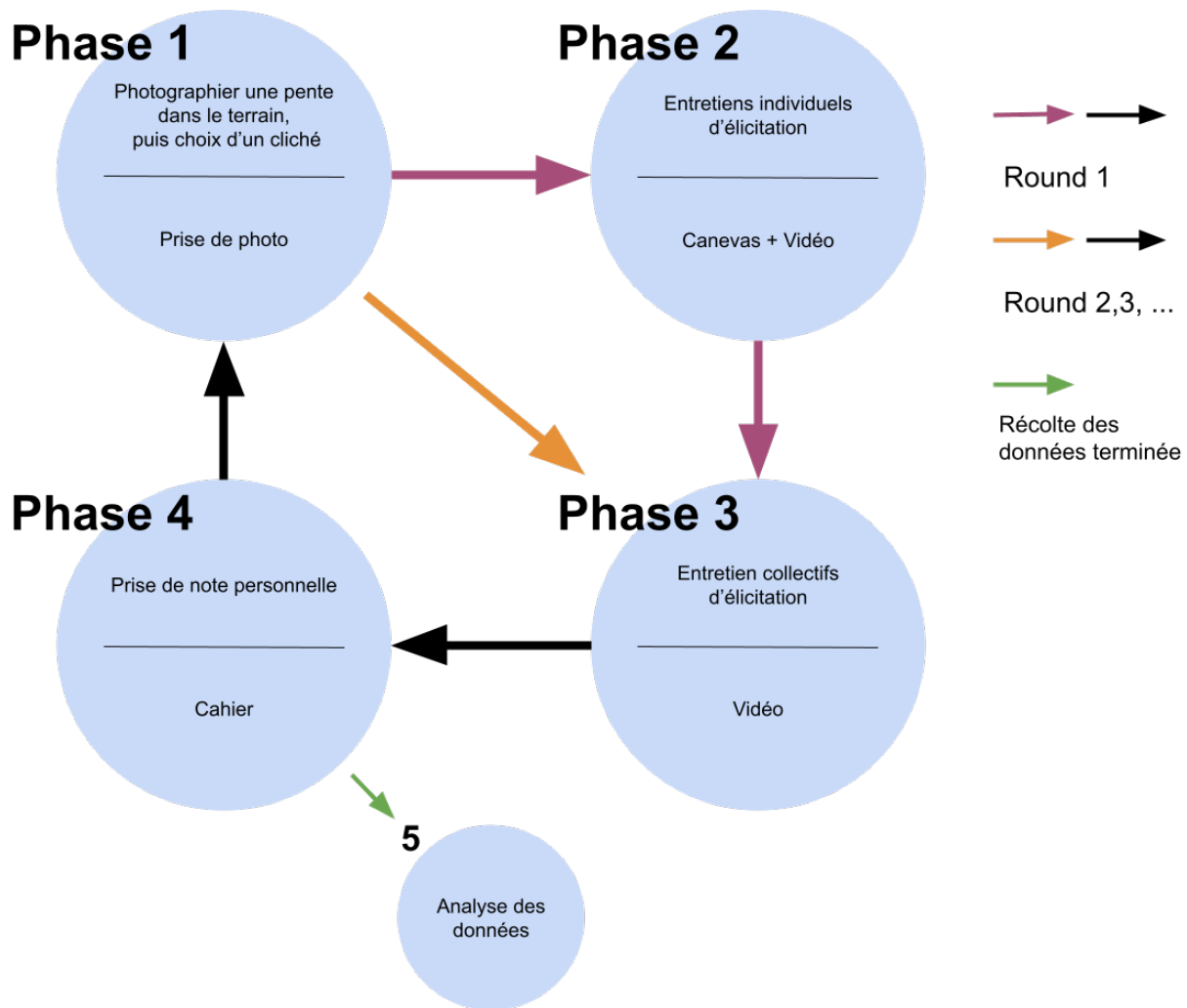


Figure 1 - Design de recherche

La consigne donnée aux élèves est de prendre des photos d'une pente, sans plus de précision. Ensuite, ils seront amenés à choisir selon eux la meilleure photo qui montre une pente. Après avoir expliqué leur point de vue individuellement, ils présenteront leur réflexion à la classe. À la suite de la confrontation des opinions, les élèves retourneront sur le terrain afin de refaire le même exercice (quelques temps plus tard), avec la même consigne : photographier une pente. Ceci sera effectué dans l'optique de faire évoluer la conception de la pente des élèves, de leur permettre de pousser leur raisonnement et d'observer jusqu'où et comment peuvent-ils se diriger vers un codage ou une représentation mathématique de la pente. Les élèves pourraient se rapprocher de la mise en code mathématique du réel de la pente avec la formule $Pente = \frac{\text{Dénivelé (Hauteur)}}{\text{Distance horizontale}}$ ou en la mesurant en degrés.

Les élèves auront assurément besoin de plusieurs "round" afin que leurs raisonnements puissent converger ou du moins se modifier. C'est pourquoi il sera intéressant de réitérer toute la démarche ci-dessus une deuxième fois dans l'optique d'observer la modification de leurs représentations après le premier moment d'élicitation. A noter que la phase deux sera **uniquement réalisé au premier "round"**.

3.3 Méthodologie d'expérimentation

3.3.1 Échantillon

Les élèves qui seront les sujets de cette recherche sont des élèves de ma classe de soutien du troisième cycle. Ils ont entre 12 et 14 ans et ont tous un parcours différent. Ils sont 7 ; 3 garçons et 4 filles. Peu ont un diagnostic, qu'il soit cognitif ou psychoaffectif, néanmoins ils présentent tous des difficultés scolaires ne leur permettant plus de suivre un cursus conventionnel. Quel que soit leur niveau scolaire, ils participeront à cette recherche action.

Tableau 1 - Échantillon

| *Prénom | Âge | Niveau école | Niveau mathématique |
|----------|-----|--------------|---------------------|
| Drake | 14 | 10H | 9-10H |
| Anakin | 11 | 8H | 8H |
| Thiago | 13 | 9H | 9H |
| Greta | 13 | 9H | 8-9H |
| Emma | 15 | 10H | 9-10H |
| Amellya | 14 | 10H | 9-10H |
| Noëlline | 14 | 10H | 8-9H |

*Prénom d'emprunt

3.3.2 Outils de récolte

Les outils pour la récolte des données seront multiples. Ceux-ci permettront de récolter des données à plusieurs moments.

3.3.2.1 Appareil photographique

La prise de photo (selon la méthode de la *photo elicitation*) permettra d'observer la perspective avec laquelle la pente est photographiée et également la place que la pente prend dans le cadrage.

Les élèves recevront un appareil photo (réglé en mode automatique) et auront la tâche "pré photographique" de prendre en photo une pente. Ceci sera documenté lors de la phase deux. La consigne précise est :

" Prenez un de ces appareils photo, sortez de la classe, de l'école et allez photographier une pente. Réfléchissez comment prendre la photo afin que l'on puisse voir la pente. On en parlera ensuite en mathématiques. "

Aucune autre consigne n'est donnée. De retour en classe, l'élève doit choisir la photo qui, selon lui, est la plus représentative de sa série réalisée. Celle-ci devrait lui permettre d'explicitier au mieux son propos.

Les photos seront un élément intéressant d'analyse pour comprendre et mettre en lien avec le discours des élèves. Les photos seront distinctement analysées avec une grille d'observation présentée ci-dessous. Cet élément en lui-même ne permettra pas, seul, d'observer des tendances, des changements dans la symbolisation des élèves mais il sera en revanche intéressant de comparer le rapport entre une représentation par l'image et une représentation langagière. En effet, l'un et l'autre assemblés permettront d'aller plus loin dans la compréhension de l'évolution de ses conceptions, ses représentations en comparaison au(x) round(s) précédent(s).

Si on prend la formule mathématique de la pente, deux éléments sont essentiels afin de pouvoir la calculer : $Pente = \frac{\text{Dénivelé (Hauteur)}}{\text{Distance horizontale}}$. Une photo étant en deux dimensions, le point de vue, l'angle choisi aura son importance afin de pouvoir voir la pente. La pente n'est pas évaluable si elle est prise de face. Cela s'applique également si on souhaite mesurer la pente en degrés. Néanmoins, si elle est prise de profil, il est déjà plus probable de se rendre compte de l'inclinaison de celle-ci, même si une photo ne suffira pas pour pouvoir la calculer précisément. C'est pourquoi il sera important d'analyser si l'angle de vue des photos change entre le premier et le deuxième round.

3.3.2.2 Entretiens individuels *d'elicitaton*

Dans la phase deux, avant la première mise en commun des photos de chacun, les élèves sont amenés à s'entretenir brièvement avec moi-même. Cet entretien semi-directif a comme objectif de percevoir et comprendre les représentations de chacun sans que celles-ci ne soient influencées par le point de vue des autres. Cette étape sera capitale pour l'analyse finale qui retracera le chemin parcouru par les élèves. En effet, si cette étape était effectuée avec le groupe je ne pourrais pas avoir réellement accès aux représentations de chacun puisqu'au fur et à mesure qu'ils s'exprimeraient les représentations des autres pourraient déjà être modifiées. C'est pourquoi cet entretien sera déterminant pour les analyses finales.

Afin de récolter des données les plus précises possibles, les questions posées à l'élève devront être sans influences, sans insinuations, les plus neutres possibles. Comme le mentionne Van Der Maren (2003), pour qu'une recherche soit scientifique, elle doit être créée avec une rigueur scientifique nécessitant de l'objectivité et de la neutralité. Les questions devront avoir comme premier et unique but une intention de compréhension et de clarification de ce que l'élève pense.

Étant conscient de la difficulté de la tâche et surtout n'ayant pas l'habitude d'effectuer ce genre d'entretien, je procéderai à un entretien test. Il vise plusieurs objectifs : la compréhension des consignes, l'adéquation entre les consignes et le matériel récolté, ainsi qu'à m'entraîner à effectuer un entretien sans influencer l'élève auditionné.

Kivitis (2016) mentionne que l'entretien permet de recueillir des informations dont l'enquêteur a besoin pour répondre à sa question de recherche tout en visant un objectif clair et prédéfini. C'est précisément ce qui sera prévu ici. L'intention est de faire émerger les représentations de chaque élève afin de comprendre quel est leur point de vue sur la pente sans être influencé par les autres.

Les élèves passeront les uns après les autres pour m'exposer leurs réflexions liées à une photo. Ceci permettra au chercheur de percevoir les représentations initiales de chacun. Cette étape permet de préparer l'explicitation de son point de vue au reste du groupe.

Les questions présentées ci-dessous remplissent un rôle précis et suivent une logique dans la recherche. Elles permettent de mettre en lumière certains aspects des conceptions des élèves :

Tableau 2 - Questions d'entretien individuel

| Question | Intention de la question |
|---|--|
| Avant de prendre la photo, est-ce qu'une image t'est venue à l'esprit ? Pourrais-tu me la décrire ? | Faire émerger la réflexion pré-photographique |
| Pourrais-tu me décrire ta photo ? | Faire expliciter le contenu de la photo |
| Pourrais-tu me montrer la pente ? | Faire montrer la pente sur la photo (aspect visuel) |
| Pour toi, c'est quoi une pente ? | Faire expliciter la pente avec des mots (aspect verbal et post-photographique) |

Ces questions sont « un memento, un pense-bête » (Kivits, 2016, p.94) et le chercheur se permettra d'en poser d'autres au besoin. En effet, on ne peut pas prédire ce que les élèves diront. En fonction de leurs propos, le chercheur leur demandera d'étayer et de préciser afin de bien comprendre leur point de vue sur la pente.

3.3.2.3 Entretiens collectifs d'élicitation

Dans la phase trois, les élèves sont amenés à présenter leur travail, leur réflexion aux autres élèves. Ce moment se déroule autour d'une table sous forme d'une présentation/discussion. Chacun leur tour, les élèves expliquent leur point de vue, leur démarche aux autres avec leur photo en main.

Cette étape permet d'exposer les avis de chacun puis de confronter les différents points de vue. Elle est construite pour favoriser l'émergence de conflits sociocognitifs avec pour objectif de remettre en question, faire évoluer les représentations de chacun. Ainsi, la connaissance se construit au travers des désaccords.

La dynamique de groupe est assurée par l'enseignant, même s'il participe aussi à l'exercice photographique. Son intervention se déroulera de la même manière que pour les élèves. L'intention étant que l'enseignant ait la même place que les élèves.

Les observations permettront de remarquer les évolutions de représentations, les interactions entre les élèves ainsi que le développement de leur vision. Kivits (2016) relève que l'observation est un outil complémentaire aux autres outils de recherche qualitative.

3.3.2.4 Vidéo

Les *élicitations* communes, face à la classe, seront enregistrées par vidéo. Celles-ci seront ensuite retranscrites. Cela permettra d'analyser les changements de représentations des élèves au fur et à mesure des "rounds". Les retranscriptions permettront d'analyser la description verbale que font les élèves de la pente qu'ils ont photographiée. La vidéo permettra d'observer la pente que les élèves montrent, de voir comment les élèves manipulent, classifient les photos ainsi que leur gestuelle.

La vidéo permet également de prendre en compte n'importe quelle situation inattendue. En effet, les élèves auront probablement des réflexions diverses et difficilement planifiables. C'est pourquoi l'enregistrement puis la retranscription permettront de prendre en compte les modifications de représentations des élèves, tout en étant prêt à respecter le chemin de chacun.

3.3.2.5 Cahier

La phase quatre est conclusive pour chaque "round". A l'issue des discussions collectives, les élèves sont amenés à coller leur photo dans leur cahier de mathématiques puis à noter leur définition de la pente, ou ce qu'ils ont appris, changé dans leurs représentations. Ceci leur

permettra de relire leurs notes avant les prochaines photos et de se souvenir de leurs dernières représentations tout comme d'analyser un potentiel changement de point de vue de la conception de la pente avec les propos tenus lors des phases deux et trois.

3.3.3 Passation

3.3.3.1 Éthique

Plusieurs points seront mis en place afin de protéger les élèves. Ceux-ci suivront le cadre éthique prescrit par la HEP BEJUNE et présenté aux étudiants par M. Kohler :

- Signature d'un consentement éclairé à la recherche de la part des parents
- Consignes pour la prise de photos
- Informations codées pour aller dans le sens d'une anonymisation des données
- Restitution des données aux élèves à l'issue du travail

3.3.3.2 Déroulement concret en fonction des étapes

Pour rappel, la récolte des données se déroule en plusieurs rounds. Un round se déroulera de la manière suivante :

- Phase 1 : Photographier des pentes et choisir une photo sur laquelle la pente est la mieux visible
- Phase 2 : Décrire sa pente en entretien individuel (seulement au round 1)
- Phase 3 : Décrire sa pente en entretien collectif puis discuter des différentes photos
- Phase 4 : Écrire ce que l'élève a appris de la discussion dans son cahier

Le nombre de round n'était pas défini au début de la recherche. Finalement, il y en a eu trois. Lors du deuxième entretien collectif, Greta n'a pas pu y participer. Drake a participé à la discussion mais sans avoir pris de photo initialement. Il a pris une photo et l'a présentée au groupe le lendemain.

L'enregistrement du troisième entretien collectif ne s'est pas passé comme prévu. En effet, la caméra a arrêté de filmer après 12 minutes de discussion. J'ai donc pris des notes de ce qu'il s'était dit et nous avons, le lendemain matin, filmé une discussion retraçant ce qui s'était dit avec les élèves.

3.3.4 Corpus

Voici l'ensemble des données sur lesquelles va porter l'analyse :

- Les trois photos de chaque élève
- Les sept entretiens individuels transcrits
- Les sept vidéos d'entretiens individuels
- Les trois entretiens collectifs transcrits
- Les trois vidéos d'entretiens collectifs
- Les sept cahiers numérisés

3.4 Méthodologie d'analyse

Les prochains paragraphes explicitent en premier lieu le plan d'analyse et ses différents segments. En deuxième lieu, les méthodes d'analyses en fonction des types de données seront présentées.

3.4.1 Plan d'analyse

L'analyse sera présentée en trois parties.

3.4.1.1 Analyse verticale

L'analyse verticale se scindera en deux parties.

La première s'intéressera à chaque élève individuellement. Les résultats seront présentés round par round, chronologiquement. Pour chaque round sera exposé : la photo⁴, la pente montrée par l'élève, la description de sa photo et son cahier. Ces données permettront de porter un regard sur l'évolution de la perspective choisie par l'élève, sur l'évolution de la pente qu'il montre, sur l'évolution de ce qu'il dit de sa photo et finalement de l'évolution de ses réflexions. Les échanges des entretiens collectifs ne seront pas considérés ici.

La deuxième sera un début d'analyse horizontale. Elle présentera les tendances générales qui se dégagent en reprenant la photo, la pente montrée par l'élève, la description de sa photo et son cahier. Cela permettra de relever de potentielles directions comparables ou divergentes entre les élèves selon les entretiens collectifs.

3.4.1.2 Analyse des entretiens collectifs

Cette partie de l'analyse portera sur les interactions entre les élèves. A nouveau chronologiquement, les trois rounds seront présentés successivement en séparant chacun en trois parties distinctes. La première traitera de la manière dont les élèves ont classé les photos. La deuxième s'intéressera aux consensus trouvés par les élèves. La troisième portera sur les apprentissages ou les découvertes faites par les élèves au fil de la discussion. A la fin de chaque round, les photos seront présentées en respectant la manière dont les élèves ont trié les photos.

3.4.1.3 Analyse des modifications de représentations des élèves

Après avoir premièrement observé le travail de chaque élève individuellement puis deuxièmement étudié les interactions entre les élèves durant les discussions collectives, l'intention de ce troisième segment de l'analyse est de mettre en lien les deux premières parties. Autrement dit, l'objectif sera d'analyser quelles interactions, quels débats, quelles discussions ont modifié les représentations des élèves.

Cette partie permettra également de répondre à la question de recherche.

3.4.2 Méthodes d'analyse

Disposant de plusieurs types de données, chacun d'entre eux sera analysé différemment. Voici les différentes méthodes d'analyses en fonction de chaque donnée :

⁴ Sur la photo, la pente que l'élève a montrée sera représentée par une ligne rouge.

3.4.2.1 Analyse des photos

L'analyse des images sera faite avec une grille. Elle prendra en compte différents critères propres à la prise d'image ou à l'image elle-même.

- Perspective choisie pour photographier la pente :
 - Face
 - Profil
 - De $\frac{3}{4}$
 - Depuis le haut/bas ?
- Est-ce que l'élève montre une pente ? Plusieurs ? Est-ce que ce qu'il montre est réellement en pente ?
- Quelle place prend la pente dans le cadrage ? Est-ce que cela change ?

3.4.2.2 Analyse de la vidéo

L'analyse vidéo se fera avec une grille :

- Y a-t-il une mise en lien de la gestuelle (montrer la pente) et ce qui est dit (explicitation verbale de la pente) ?
- Quels sont les échanges, à quel moment et comment le conflit socio cognitif opère ?
- Des récapitulatifs des phases de tri/classement effectués par les élèves lors des entretiens collectifs

3.4.2.3 Analyse des cahiers

Les réflexions des élèves écrites dans leur cahier seront scannées puis retranscrites dans un document propre à chaque élève. Chaque retranscription sera analysée. Elle sera mise en lien avec la photo, les propos de l'élève et les interactions des élèves durant l'entretien collectif correspondant.

3.4.2.4 Analyse des transcriptions

La retranscription sera le point de départ pour analyser toutes les interactions orales. Celles-ci seront retranscrites depuis les vidéos des entretiens.

Sur cette base, certaines parties des entretiens seront extraites afin de les analyser. Comme le propose Kivits (2016), il s'agira de choisir des *nœuds de sens* (critères de sélection) dans les entretiens collectifs permettant d'opérer une catégorisation de certains échanges verbaux. Ces critères seront définis après la récolte des données et permettront de réaliser une analyse des modifications de représentations de la pente des élèves.

3.5 Synthèse de l'analyse

L'analyse sera donc construite en trois phases. La première portera sur l'élève (analyse verticale), la deuxième sur les conflits sociocognitifs, la troisième mettra en lien la première et la deuxième partie et répondra à la question de recherche. Elle permettra de comprendre le chemin parcouru par chaque élève mais également par le groupe. Le cheminement de chacun et les interactions seront analysés afin d'en extraire ce qui a modifié des représentations, ainsi que ce qui a été déterminant dans l'apprentissage. Finalement, la conclusion répondra à la question de recherche.

4. ANALYSE

4.1 Analyse verticale

Synthèse de la progression de chaque élève.

4.1.1 Résultat du travail de Amellya

4.1.1.1 Round 1



Figure 2 - Photo Amellya round 1

Définition de la pente en entretien individuel

Exp : ok d'accord super et au-delà de ta photo on ne parle pas de cette photo (en montrant la photo du sujet) on parle de manière générale pour toi c'est quoi une pente ?

S : C'est // une pente une descente et une montée (rire) et marche dessus et c'est mieux de marcher dessus quand même et chais pas

Interactions entretien collectif 1

Description de sa photo

Amellya : Heu (rires) ça c'est la pente (elle montre) et pi il y a des maison (rires) et un ciel bleu (rires)

[...]

Amellya : Et puis heuu il y a non je ne vais pas dire ce que je voulais dire il y a des feuilles et puis c'est tout je ne sais pas (rires)

Exp : Ça n'a pas besoin d'être long à part ça ça n'a pas besoin d'être long juste deux choses un décrire sa photo et puis deux montrer la pente et puis parler de sa pente

Amellya : Ah mais alors je peux parler de ma pente

Exp : Oui

Amellya : Alors elle est méchante cette pente quand on est en hiver il y a de la neige là-dessus et on glisse c'est ce qui m'est arrivé l'année passée

Prise de note personnelle dans le cahier 1

Une pente n'est pas qu'une montée ou une descente c'est aussi autre chose, comme des toits de maison.

4.1.1.2 Round 2



Figure 3 - Photo Amellya round 2

Interactions entretien collectif 2

Description de sa photo

Exp : Alors pourquoi tu as choisi cette photo et puis où est la pente

Amellya : Elle est là (elle montre)

Exp : Ok elle est là / et puis pourquoi est-ce que tu penses qu'on la voit bien sur cette photo

Amellya : Ben je l'aime bien

Exp : Ok donc il y a un aspect artistique qui te plaît dans cette pente

Amellya : Oui

Prise de note personnelle dans le cahier 2

Dans une pente⁵ il peut avoir plusieurs pentes mais différentes de celle que nous on a pris.

4.1.1.3 Round 3



Figure 4 - Photo Amellya round 3

Interactions entretien collectif 3

Description de sa photo

Amellya : Ben ma pente elle est là (elle montre) pi y'a

Exp : Donc c'est le bord du sapin de Noël c'est ça

Amellya : Ouais pi il y a aussi sur les étoiles enfin l'étoile genre heuuu (elle montre)

Exp : Mhhhhh intéressant

Amellya : Et ben en fait c'est l'école je vous présente votre école

Prise de note personnelle dans le cahier 3

La pente peut être un humain⁶.

⁵ Selon l'expérimentateur, Amellya a voulu dire « photo ».

⁶ Amellya fait référence à la photo 3 de Greta.

Définition de la pente à la fin du processus

La pente n'est pas forcément une route mais que rien qu'une chose qui descend et monte peut être une pente.

4.1.1.4 Interprétation du travail d'Amellya

La perspective

La perspective des photos d'Amellya change au travers du processus. Elle a en effet pris une pente de face depuis le bas, une pente de face depuis le haut et finalement une pente de profil comportant même plusieurs pentes. Il est également intéressant de constater que le cadrage de la pente se resserre au fil des rounds.

Ce qu'elle montre

Sur ces trois photos, Amellya montre des pentes étant des pentes dans la vie réelle. Elle avait donc conscience de prendre une pente en photo même si elle ne se rendait pas encore forcément compte que le point de vue de la photo influait sur la manière de pouvoir l'observer sur une photo. Amellya est également capable au fur et à mesure du projet de montrer plusieurs pentes sur la même photo.

Ce qu'elle en dit

Au départ, selon Amellya, une pente est quelque chose sur lequel on peut marcher et qui monte et descend. Lorsqu'elle présente verbalement sa pente elle décrit notamment où elle se situe, qu'est-ce qui l'entoure ou raconte une anecdote en lien avec ce lieu. Elle affirme également avoir des liens affectifs (figure anthropomorphique) avec la troisième mais n'est pas capable de justifier pourquoi est-ce qu'elle a choisi ces photos.

Ses réflexions, ce qu'elle dit avoir appris dans son cahier

Amellya affirme après chaque round de discussion qu'elle a appris quelque chose et ceci se retrouve d'ailleurs directement dans sa photo suivante. Dans ses notes 1, elle sous-entend avoir compris qu'une pente peut être autre chose qu'une route, sur laquelle on peut marcher et sa photo N°2 n'est pas une route, c'est une main courante. Pareille pour ses notes 2, elle dit que sur une photo, même si on a voulu prendre une pente il est possible qu'on en voie d'autres. Et dans sa dernière photo elle montre plusieurs pentes.

4.1.2 Résultat du travail de Anakin

4.1.2.1 Round 1



Figure 5 - Photo Anakin round 1

Définition de la pente en entretien individuel

- Exp : Tu descends ok sans parler de ta photo plus de manière générale hein on oublie cette photo c'est quoi une pente pour toi
- S : Pour moi une pente c'est un truc qui descend une route
- Exp : Ok comme au début pour toi quand tu penses à une route
- S : Ouais à une pente comme ça (il montre avec son bras une pente qui descend)

Interactions entretien collectif 1

Description de sa photo

- Anakin : Alors heuu je vous présente ma pente il y a un étage escalier un étage normal avec une salade de feuilles sur le côté pi là il y a des grillages, un panneau à moitié détruit heuuu des arbres des feuilles et c'est tout
- Exp : Et puis tu nous la montres cette pente tu nous en as parlé avec des mots mais tu ne l'as pas montrée
- Anakin : (il montre)
- Exp : Là super
- Anakin : On a l'étage d'escalier pi l'autre

Prise de note personnelle dans le cahier 1

J'ai appris un peu tout nature les couleurs.

4.1.2.2 Round 2



Figure 6 - Photo Anakin round 2

Interactions entretien collectif 2

Description de sa photo

Anakin : Alors heuuu la pente elle est là / ça commence par une mini autoroute et qui finit par là avec salade de feuille à côté / et ça commence de là (il montre) et ça se termine là / mais on peut aussi la prendre là tout ça c'est une pente en fait

Exp : D'accord tout ça c'est une pente / et qu'est-ce qui fait qu'on voit que c'est une pente

Anakin : (il montre) ça descend

Exp : Ok / et puis juste pourquoi est-ce que tu parles d'une autoroute ici

Anakin : Parce que c'est plat

Exp : Ok parce que à cet endroit-là c'est plat alors que le reste c'est en pente

Anakin : Oui

Prise de note personnelle dans le cahier 2

J'ai appris que je ne dois pas prendre des photos de dessus.

4.1.2.3 Round 3



Figure 7 - Photo Anakin round 3

Interactions entretien collectif 3

Description de sa photo

Anakin : Ben c'est un soleil en fait et heuuu ok bref pi la pente ben il y a un arbre sans feuille il est là pompom (il montre) et heu elle est là la pente là là (il remontre à la caméra)

Prise de note personnelle dans le cahier 3

J'ai appris que quand on prend une photo du soleil il est en étoile au lieu d'être rond.

Définition de la pente à la fin du processus

La pente est sur le rayon du soleil.

4.1.2.4 Interprétation du travail de Anakin

La perspective

Sur les trois photos d'Anakin, la perspective change. Il est une fois face à la pente, depuis le bas, une fois presque par-dessus et finalement en contre-plongée. A noter qu'au fil des rounds le cadrage de la pente se resserre.

Ce qu'il montre

Il montre à deux reprises des pentes réelles. Lors de sa troisième photo ce qu'il considère comme la pente est en réalité un effet d'optique produit par l'objectif de l'appareil photo. Néanmoins si l'on considère le bas de la photo comme sol ou que l'appareil n'était pas incliné lors de la prise de la photo, ce rayon de soleil est effectivement en pente.

Ce qu'il en dit

Pour Anakin une pente est de base quelque chose qui descend. Il est intéressant de constater que selon son point de vue de sa photo 1, la pente aurait plutôt tendance à monter. Il décrit ses pentes avec ce qui les entourent, en se créant une petite histoire (photo 2). Il n'y a pas de justification quant à son choix de celles-ci plutôt que d'autres.

Ses réflexions, ce qu'il dit avoir appris dans son cahier

Dans son premier commentaire, je ne suis pas sûr de comprendre réellement ce qu'il a voulu dire. Néanmoins je pense pouvoir affirmer qu'il ne parle pas d'un apprentissage lié à la pente. Son deuxième commentaire affirme qu'une pente prise du dessus ne permet pas d'être vue. Cela fait référence au fait que ses camarades lui ont dit qu'on peine à discerner la pente avec ce type de prise de vue. Il est intéressant de constater qu'il le reconnaît dans son cahier mais n'a pas voulu le reconnaître devant ses camarades. Son dernier commentaire fait référence à une observation qu'il a pu faire mais ce, sans le mentionner à aucun moment. Cette constatation ressort uniquement dans son cahier.

4.1.3 Résultat du travail de Drake

4.1.3.1 Round 1



Figure 8 - Photo Drake round 1

Définition de la pente en entretien individuel

- Exp : Et au-delà de cette photo sans parler de la tienne c'est quoi une pente
S : C'est une route qui monte
Exp : Pour toi il y a que des routes qui montent
S : Il y a des routes qui descendent, qui montent
Exp : Mais quand je demande c'est quoi une pente tu penses directement à une route
S : C'est pas forcément une route on peut avoir aussi avoir où il y a des gens aussi ils marchent pour aller quelque part ils doivent prendre une pente c'est pas qu'une route, ça peut être plusieurs trucs
Exp : Alors qu'est-ce que ça pourrait être comme truc tu pourrais décrire
S : Peut-être un trottoir dans les forêts aussi

Interactions entretien collectif 1

Description de sa photo

- Drake : Déjà on voit la pente (il montre) des arbres des poteaux l'école les maisons et des barrières
Exp : Tu nous remontres la pente une fois précisément
Drake : (il montre)
Exp : Voilà on a bien vu // est-ce que tu aimerais ajouter quelque chose
Drake : J'aime pas ce morceau de pente

Prise de note personnelle dans le cahier 1

J'ai appris à regarder une pente.

4.1.3.2 Round 2



Figure 9 - Photo Drake round 2

Interactions entretien collectif 2

Description de sa photo

Drake : Il y a plusieurs pentes elle est ici ici ici ici (il montre les différentes pentes)

Exp : Okey et qu'est-ce qui fait qu'on la voit bien

Drake : Ben ça monte là aussi là aussi là aussi

Prise de note personnelle dans le cahier 2

Sur cette photo on voit bien les pentes. Il y a plusieurs pentes. J'ai appris de ne pas prendre des photos en penchant vers le bas.

4.1.3.3 Round 3

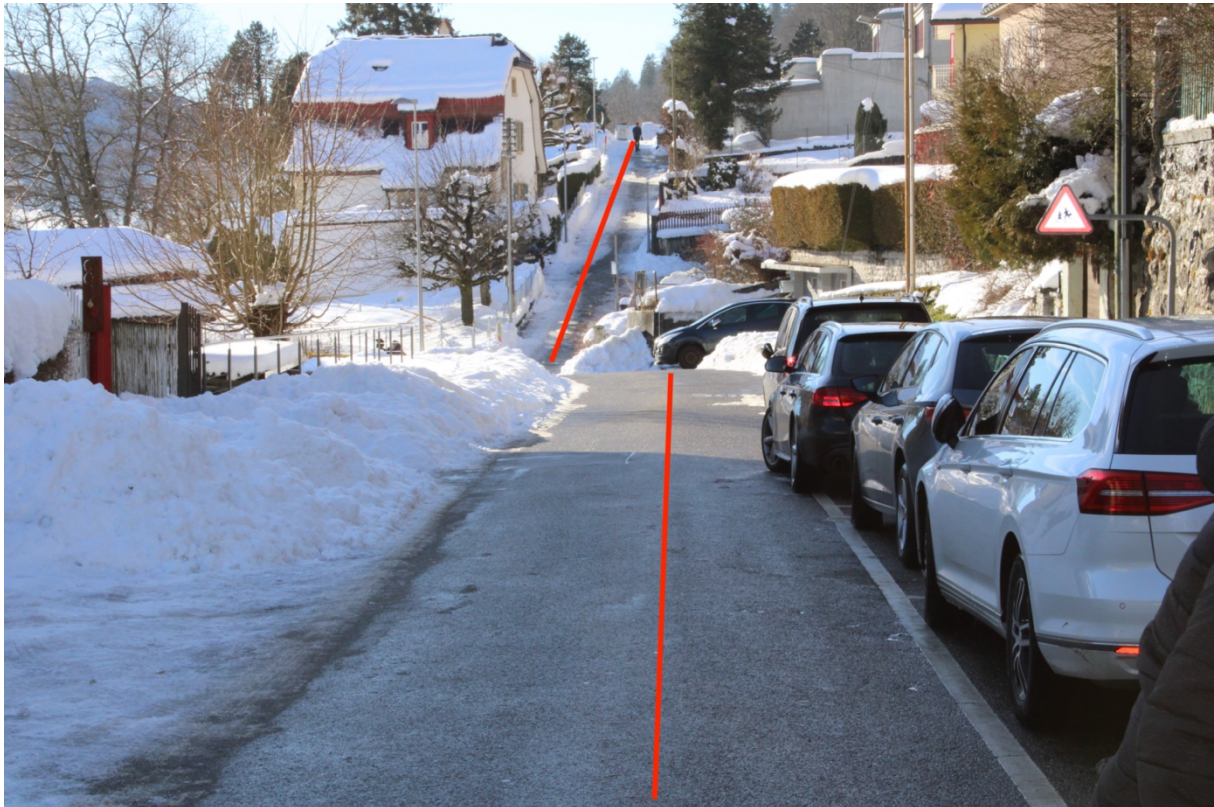


Figure 10 - Photo Drake round 3

Interactions entretien collectif 3

Description de sa photo

Drake : Bah il y a plusieurs pentes il y a cte pente ici et cte pente ici (il montre) et il y a de la neige il y a des voitures des panneaux des poteaux des maisons des arbres

Prise de note personnelle dans le cahier 3

J'ai appris à regarder de profil et de face.

Définition de la pente à la fin du processus

C'est une descente ou une montée.

4.1.3.4 Interprétation du travail de Drake

La perspective

La perspective des deux premières photos de Drake est complètement opposée. En effet, sur la première photo la pente est de face alors que sur la deuxième, elle est de profil. Sur la troisième photo, la pente est à nouveau exposée de face, comme la première photo. Aucun indice ne permet de suggérer pourquoi il prend la même perspective entre la première et la dernière photo après avoir capturé une pente de profil lors de sa deuxième photo. Cependant,

s'il avait compris l'importance de photographier une pente de profil, il aurait probablement également choisi cette perspective pour sa troisième photo. Ce qui laisse imaginer que cette notion n'était pas acquise au deuxième round, ni au troisième.

Ce qu'il montre

Drake montre des pentes réelles sur toutes ses photos. Il est donc capable d'identifier une pente, la prendre en photo et montrer où elle se situe même si la perspective est prise de face. Dès la deuxième, photo il montre également plusieurs pentes sur la même photo.

Ce qu'il en dit

La définition de Drake est simple ; une pente est quelque chose qui monte ou qui descend. Il n'est pas capable de la verbaliser plus précisément et d'ailleurs la définition qu'il donne en fin de processus n'as pas changé. Lorsqu'il doit décrire sa pente il parle surtout de ce qui l'entoure, il décrit les environs ainsi que ce qui compose la photo mais peine à mettre des mots décrivant la pente.

Ses réflexions, ce qu'il dit avoir appris dans son cahier

Les réflexions du cahier de Drake sont les trois liées aux discussions collectives qui précédaient ses réflexions. Dans la première, il dit avoir appris à regarder la pente. Dans la deuxième, il fait référence au fait que Thiago et Amellya ont dit avoir « triché » en prenant leur photo en inclinant leur appareil vers le bas ainsi qu'au fait que sur une pente, il peut avoir plusieurs pentes. Dans sa troisième réflexion, il mentionne que regarder une pente de profil où de face n'est pas similaire ; point également longuement discuté lors du troisième entretien collectif.

4.1.4 Résultat du travail de Emma

4.1.4.1 Round 1



Figure 11 - Photo Emma round 1

Définition de la pente en entretien individuel

Exp : c'est quoi pour toi une pente ?

S : Ben c'est quelque chose qui n'est pas plat qui est un peu en montée, pi en descente aussi

Exp : Mais alors c'est quoi qui change si on est en montée ou en descente ?

S : Ben c'est qu'on peut monter ça va nous emmener plus haut quand on descend ça va nous amener plus bas

Exp : Pi c'est quand que ça monte et c'est quand que ça descend ?

S : Ben quand ça va comme ça (elle montre avec sa main) et quand ça va comme ça (elle montre avec sa main)

Interactions entretien collectif 1

Description de sa photo

Emma : Alors ben là on voit la pente (elle montre) iiiionnnn et ici il y a des arbres avec des buissons l'école une maison le ciel bleu avec des traces d'avions je crois et on a un réverbère voilà

Prise de note personnelle dans le cahier 1

Avec cette discussion, j'ai appris ce qu'est une pente et les plusieurs sortes de pente toutes différentes.

4.1.4.2 Round 2



Figure 12 - Photo Emma round 2

Interactions entretien collectif 2

Description de sa photo

- Emma : Ben heuuu moi j'aime bien cette pente parce qu'on voit que ça descend et ça va vers l'obscurité et je trouve ça un peu artistique que ben c'est sombre
- Exp : Pi pour toi elle est où la pente
- Emma : Là (elle montre)

Prise de note personnelle dans le cahier 2

J'ai appris que la pente peut aussi être une question de point de vue.

4.1.4.3 Round 3

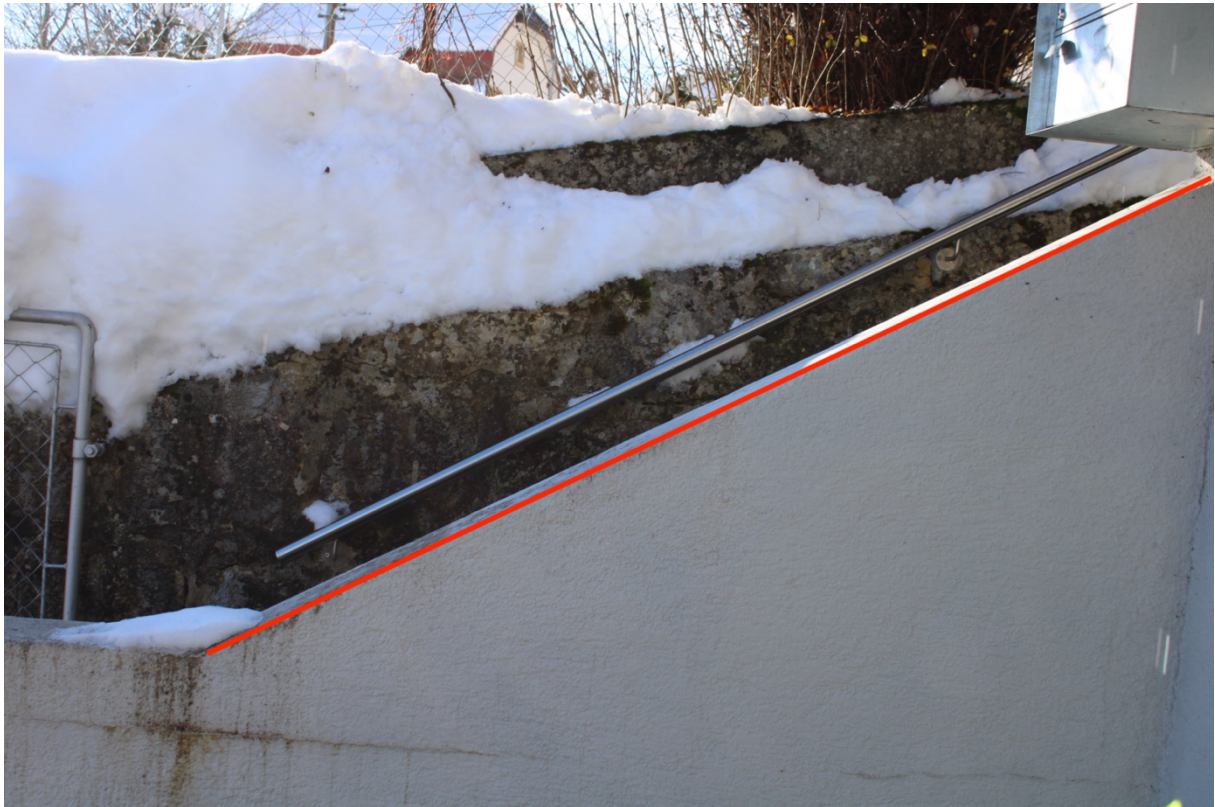


Figure 13 - Photo Emma round 3

Interactions entretien collectif 3

Description de sa photo

Emma : Alors il y a des maisons de la neige du mur une pente là (elle montre) et heuuu voilà c'est un peu tout

Prise de note personnelle dans le cahier 3

J'ai appris que les pentes n'étaient pas forcément un endroit où l'on peut marcher dessus. Et j'ai compris que les pentes peuvent être toutes différentes l'une de l'autre.

Définition de la pente à la fin du processus

C'est quelque chose de penché.

4.1.4.4 Interprétation du travail de Emma

La perspective

La perspective dans les photos d'Emma évolue. Les deux premières photos montrent une pente de face, depuis le haut. Alors que la dernière pente a été prise de profil. Durant le processus, la manière de cadrer la pente évolue également, elle est de plus en plus représentée en gros plan.

Ce qu'elle montre

Emma montre de réelles pentes sur ses photos. Elle est capable de la montrer sur sa photo malgré les différentes perspectives. Elle était donc consciente de ce qu'est une pente même si sa prise de vue ne permettait pas de la voir de la meilleure des manières.

Ce qu'elle en dit

Emma présente ses pentes en décrivant le contenu des photos. Au-delà de la montrer, elle ne parle pas de la pente. Elle la montre mais ses mots exposent plutôt l'environnement dans lequel la pente est placée, les alentours. Sa définition de la pente n'est pas exactement la même entre le début et la fin du processus. En effet, au départ elle dit qu'une pente « monte ou descend » alors qu'à la fin une pente est plutôt quelque chose de « penché ». Sa manière de décrire une pente s'est recentrée sur un mot qui permet de décrire toutes les pentes.

Ses réflexions, ce qu'elle dit avoir appris dans son cahier

Dans son cahier, Emma fait part de ses différentes réflexions. Après le premier round elle mentionne avoir « appris ce qu'est une pente ». Elle ne donne pas plus de précision. Elle écrit également avoir pris connaissances des différentes sortes de pentes. Il n'est pas possible d'affirmer ce à quoi elle fait référence. Néanmoins, il se peut qu'elle fasse référence au tri de photos effectué durant la partie collective. Elle pense peut-être aux pentes prises depuis le haut, à celles prises depuis le bas et à celles prises de profil. Lors de sa deuxième réflexion elle mentionne qu'une pente « peut aussi être une question de point de vue ». Il est également difficile d'affirmer précisément ce à quoi elle fait référence. Toutefois, la notion de point de vue apparaît dans son dialogue. Elle pense peut-être au moment où elle réalise que la photo de Anakin a été prise depuis le dessus (comme une prise de vue aérienne) et qu'elle constate qu'avec ce point de vue on ne voit pas bien la pente. Dans sa troisième remarque, elle mentionne avoir compris qu'une pente n'est pas forcément quelque chose sur lequel on peut marcher. Elle dit ainsi que son point de vue a évolué. Elle signale également avoir compris que toutes les pentes sont différentes. Il est à nouveau impossible d'affirmer ce à quoi elle fait référence, néanmoins, il est possible que cela soit lié au fait qu'elle a compris qu'on peut mesurer une pente et que son inclinaison est variable.

4.1.5 Résultat du travail de Greta

4.1.5.1 Round 1



Figure 14 - Photo Greta round 1

Définition de la pente en entretien individuel

- Exp : c'est quoi une pente pour toi
S : Je viens de vous dire c'est des escaliers
Exp : Est-ce qu'il y a des pentes qui ne sont pas des escaliers
S : Ouais
Exp : T'as un exemple
S : C'est des trucs genre comme ça (elle montre une autre photo d'une route)

Interactions entretien collectif 1

Description de sa photo

- Greta : Ceci est des escaliers donc comme vous pouvez le voir il y a des traces de chewing gum il y a de la lumière l'ombre d'un buisson (elle montre) et c'est tout
Exp : Et puis ta pente où est-ce que tu la vois tu peux la montrer
Greta : Eh bien il n'y a pas vraiment de pente mais elle est là (elle montre)
Exp : Alors tu la montres mais il y a une pente ou il y en a pas
Greta : Il y en a une là (elle montre très vite)

Prise de note personnelle dans le cahier 1

J'ai appris qu'est-ce qu'une pente et qu'une pente c'est soit comme ça (flèche vers le haut) ou comme ça (flèche vers le bas)

4.1.5.2 Round 2



Figure 15 - Photo Greta round 2

Interactions entretien collectif 2

Description de sa photo

Pas présente lors de la discussion.

4.1.5.3 Round 3



Figure 16 - Photo Greta round 3

Interactions entretien collectif 3

Description de sa photo

- Greta : (Rires) Alors je vous présente Emma
Exp : Greta tu peux parler un petit peu plus fort j'ai peur que la caméra elle n'entende pas ce que tu dis
Greta : Je vous présente Emma il y a de la neige elle a un manteau un masque des bottes il y a de l'herbe des panneaux et c'est tout
Exp : Pi la pente elle est où Greta
Greta : Elle est là (elle montre les bras)

Prise de note personnelle dans le cahier 3

Ce que j'ai appris franchement rien de ouf à part qu'une pente c'est comme ça (une flèche vers le haut, une autre vers le bas).

Définition de la pente à la fin du processus

Pas de définition proposée par l'élève.

4.1.5.4 Interprétation du travail de Greta

La perspective

La perspective des photos de Greta change. La première pente est prise de $\frac{3}{4}$, depuis le haut, la deuxième est presque de profil alors que la troisième est complètement de profil. Au fil des photos le cadrage change aussi, la pente apparaît de plus en plus loin ou, autrement dit avec un cadrage de plus en plus large.

Ce qu'elle montre

Les pentes que Greta montre sont toutes des pentes. Même si la perspective change, elle est capable de restituer où la pente se trouve sur sa photo. Dans sa troisième photo, elle montre la pente créée par les bras de sa camarade. Il est intéressant de constater qu'elle ne montre pas la pente formée par la route alors que cette pente-là a été mentionnée à plusieurs reprises dans d'autres photos.

Ce qu'elle en dit

Greta décrit ses pentes en parlant principalement du contenu de la photo. Elle parle notamment des chewing-gums dans les escaliers, des bottes de sa camarade, de la neige, etc. Dans ses définitions il existe une évolution. Au départ, elle décrit la pente comme des escaliers puis « des trucs comme ça » (en montrant une photo de route). Il est difficile pour elle de mettre des mots sur sa conception de la pente.

Ses réflexions, ce qu'elle dit avoir appris dans son cahier

Les réflexions de Greta sont très similaires. Elle dit presque la même chose dans les deux remarques de son cahier. Une pente « c'est comme ça et comme ça » (avec des flèches). A nouveau, la verbalisation de ce qu'elle pense n'est pas évident pour elle. Néanmoins, et ce malgré ses difficultés, sa définition a changé depuis le début de l'expérience ; sa définition est plus généralisante et moins rattachée au concret comme lors de sa définition initiale.

4.1.6 Résultat du travail de Noëlline

4.1.6.1 Round 1



Figure 17 - Photo Noëlline round 1

Définition de la pente en entretien individuel

- Exp : Sans lien avec ta photo de manière générale pour toi c'est quoi une pente
S : Une pente c'est quand ça descend enfin généralement ça descend une grande descente quoi
Exp : Pi si tu devais expliquer à quelqu'un qu'est-ce que c'est qu'une pente tu le ferais comment
S : heu wouaw /// heuu ///// ben c'est là où on fait la descente
Exp : Donc pour toi une pente c'est quelque chose en lien avec une descente
S : Ben qui descend quoi

Interactions entretien collectif 1

Description de sa photo

- Exp : Ok Noëlline un tu nous décris ta photo et deux tu nous montres la pente et puis comment est-ce que tu voyais cette pente sur cette photo
Noëlline : J'ai oublié
Exp : Dis-nous comment c'était
Noëlline : C'était bien voilà heuu /// j'ai oublié Monsieur
Exp : Mais tu te souviens d'avoir pris cette photo / décris-nous déjà cette photo
Noëlline : Il y a des arbres
Exp : Okey
Noëlline : Il y a des voitures / il y a des grillages

Exp : Et alors / cette pente est où tu peux nous la montrer
Noëlline : De là jusqu'à là (elle montre avec son doigt sur la photo)

Prise de note personnelle dans le cahier 1

J'ai appris qu'est-ce que c'était une pente. Que c'est pour marcher ou descendre voilà c'est tout droit ou vertical.

4.1.6.2 Round 2



Figure 18 - Photo Noëlline round 2

Interactions entretien collectif 2

Description de sa photo

Noëlline : Ben c'est une pente
Exp : Elle est où cette pente pour toi
Noëlline : (elle montre le bord du toit)
Exp : Là ok // et puis pourquoi est-ce que tu penses qu'on la voit bien sur cette photo la pente
Noëlline : Mhhhh je ne sais pas comment expliquer
Exp : Essaye de trouver les mots
Noëlline : Je n'ai pas les mots
Exp : Réfléchis deux secondes pourquoi est-ce que tu as l'impression qu'on la voit bien cette pente
Noëlline : Je ne sais pas

Prise de note personnelle dans le cahier 2

J'ai appris que les pentes étaient droites verticales que ça soit en hauteur en bas ça reste la même chose.

4.1.6.3 Round 3



Figure 19 - Photo Noëlline round 3

Interactions entretien collectif 3

Description de sa photo

Noëlline : Ben voilà ici un peu ben ici il y a la pente (elle montre) là ici ici et là

Exp : Il y en a plusieurs ok

Noëlline : Et voilà

Exp : Et qu'est-ce que c'est peut-être que certain ne le voit pas

Noëlline : C'est le truc

Amellya : C'est ça (elle montre un morceau de sa propre photo)

Prise de note personnelle dans le cahier 3

J'ai appris face profil et qu'il fallait juste être précis et ne pas bouger.

Définition de la pente à la fin du processus

Une pente c'est comme un angle ou un degré de l'angle pour moi c'est pentu.

4.1.6.4 Interprétation du travail de Noëlline

La perspective

La perspective des photos de Noëlline change au fil du processus. Sa première photo montre une pente de face, depuis le haut alors que les deux autres pentes sont prises de profil. La manière de placer la pente dans la photo change également, au fil des rounds le cadrage est de plus en plus serré chez Noëlline.

Ce qu'elle montre

Noëlline montre des pentes qui sont réellement des pentes et ce malgré la différence de perspective. Dans sa dernière photo elle montre plusieurs pentes. Cela signifie qu'au moment de prendre ses photos elle savait ce qu'elle voulait montrer mais que la manière de le représenter a changé.

Ce qu'elle en dit

Noëlline avance au départ qu'une pente est une descente, et rien d'autre. Lorsqu'elle décrit ses photos, elle met des mots sur ce qui habille la photo et ne parle finalement pas de la pente. Elle dit d'ailleurs dans le deuxième entretien ne pas avoir les mots pour la décrire. A la fin du processus elle dit que la pente est quelque chose de pentu. Sa conception a donc évolué au fil des rounds. Sa définition est bien plus générale qu'au départ.

Ses réflexions, ce qu'elle dit avoir appris dans son cahier

Sa première réflexion n'est pas explicite. Elle dit avoir appris ce qu'est une pente mais n'en dit pas plus. Ses mots ne permettent pas de comprendre sa pensée ni même de faire une supposition. Sa deuxième réflexion reprend des mots de sa première mais elle ne permet pas non plus de mieux comprendre sa pensée. Ses phrases sont évasives. Les propos de sa dernière réflexion sont plus clairs. Ils permettent de comprendre ce qu'elle a voulu dire. Elle dit avoir compris la différence entre prendre une pente de profil ou de face. Lorsqu'elle mentionne qu'il faut « être précis et ne pas bouger » elle fait référence à la discussion collective où il a été mentionné que pour pouvoir mesurer la pente il est nécessaire de ne pas bouger pour que la photo soit nette et qu'elle soit prise à plat.

4.1.7 Résultat du travail de Thiago

4.1.7.1 Round 1



Figure 20 - Photo Thiago round 1

Définition de la pente en entretien individuel

Exp : Pour toi sans parler de ta photo de manière générale c'est quoi une pente
S : une descente et une montée pour monter quelque part chais pas

Interactions entretien collectif 1

Description de sa photo

Thiago : Alors ici il y a la pente (il montre) il y a des grillages les halles des travaux trois maisons d'autres maisons derrière la forêt après voilà

Prise de note personnelle dans le cahier 1

Je savais tout. Ils ont confirmé qu'une pente ça monte et ça descend.

4.1.7.2 Round 2



Figure 21 - Photo Thiago round 2

Interactions entretien collectif 2

Description de sa photo

- Thiago : Ok alors la pente on la voit mieux qu'ici (Amellya) elle descend plus on voit un peu de feuilles un peu de pierres les escaliers et tout
- Exp : Donc montre nous ta pente une fois
- Thiago : Là là par-là (il montre trois pentes différentes)
- Exp : Ok je te remercie / et puis pourquoi est-ce qu'on la voit cette pente
- Thiago : Parce qu'on voit que ça descend bien
- Exp : On voit que ça descend bien ok qu'est-ce qui fait qu'on voit que ça descend bien tu arrives à expliquer
- Thiago : Parce que j'ai mis l'appareil photo sur un truc plat pi en bas on voit bien que ça descend
- Exp : Ok donc au moment de prendre la photo l'appareil était à plat
- Thiago : Ouais je l'avais tenu comme ça (il montre quelque chose avec ses mains)
- Exp : Ah donc il n'était pas à plat alors
- Thiago : Ben si un peu
- Amellya : Enfin un peu mais pas trop
- Exp : Il faut savoir alors oui ou non il était à plat
- Thiago : Parce que vous voyez la barre elle est comme ça pi elle descend un peu pi nous on avait mis un peu comme ça (il montre contre le bas avec ses mains)
- Exp : Donc cela veut dire qu'il regardait un peu contre le bas quand même
- Thiago : Oui il regardait contre le bas

Prise de note personnelle dans le cahier 2

C'est une belle pente. On voit tout et qu'elle descend.

4.1.7.3 Round 3



Figure 22 - Photo Thiago round 3

Interactions entretien collectif 3

Description de sa photo

Thiago : Alors là on voit une maison on voit des pentes (il montre) des arbres

Exp : Tu la montres bien qu'on la voie bien

Thiago : Là (il montre) comme ça

Prise de note personnelle dans le cahier 3

J'ai appris qu'un sapin de Noël si on le prend en photo de face ou de profil c'est la même chose.

Définition de la pente à la fin du processus

C'est une descente.

4.1.7.4 Interprétation du travail de Thiago

La perspective

La perspective de Thiago change. La pente est photographiée de face sur les deux premières photos, une fois depuis le bas et une fois depuis le haut. Lors de sa troisième photo il photographie la pente de profil. Le cadrage se resserre au fur et à mesure du processus.

Ce qu'il montre

Thiago montre trois pentes réelles et ce malgré le changement de perspective de ses photos. Cela signifie qu'il était capable de l'identifier avant de prendre les photos.

Ce qu'il en dit

Initialement, selon Thiago une pente est une montée ou une descente. Lorsqu'il décrit ses pentes photographiées il parle du contenu de la photo et non de la pente elle-même. En fin de processus il décrit la pente comme une descente. Sa manière de la définir n'a donc pas vraiment évolué, contrairement à sa manière de la photographier.

Ses réflexions, ce qu'elle dit avoir appris dans son cahier

Après la première discussion collective, Thiago affirme qu'il n'a rien appris, que ce qui a été dit étaient des sujets qu'il connaissait et que les autres ont confirmé « ce qu'il savait déjà ». Après la deuxième, il ne parle pas de ce qu'il a potentiellement appris mais confirme ce qu'il a dit au groupe plus tôt. Ses deux premières réflexions ne permettent pas de percevoir ce qu'il a vraiment appris. Néanmoins, sa troisième réflexion en dit davantage sur son apprentissage. Il affirme avoir compris que quelque chose qui, depuis le dessus, est rond (comme un sapin ou le soleil) n'a pas de face ou de profil. Ceci fait référence à un moment de discussion commun avec la classe où nous avons traité de la notion de face et de profil et que nous avons fait cette constatation avec le sapin d'Amellya et le soleil d'Anakin.

4.1.8 Tendances communes

Les résultats des élèves sont ici comparés au travers des mêmes critères que ceux choisis ci-dessus : la perspective de la photo, ce qu'ils montrent, ce qu'ils disent et ce qui ressort de leurs réflexions dans leur cahier. Cela permettra d'observer certaines tendances, difficultés ou incompréhensions qui se sont dégagées au fil du processus.

4.1.8.1 La perspective

Tableau 3 – Est-ce qu'on peut observer un changement de perspective dans les photos des élèves ?

| Amellya | Anakin | Drake | Emma | Greta | Noëlline | Thiago |
|---------|--------|-------|------|-------|----------|--------|
| Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui |

Chaque élève a modifié au moins une fois la perspective utilisée pour photographier la pente. La confrontation des points de vue est probablement la raison de cette évolution. Néanmoins, cette information seule ne permet pas de comprendre comment cela s'est modifié. Toutefois, il est possible d'affirmer que les élèves se sont, au fil des rounds, questionnés différemment quant à la perspective à choisir afin de voir au mieux représenter la pente sur une photo.

Tableau 4 - Depuis où la pente a été photographiée ?

| | Amellya | Anakin | Drake | Emma | Greta | Noëlline | Thiago |
|---------|---------|----------|--------|--------|--------|----------|--------|
| Round 1 | Bas | Bas | Bas | Haut | ¾ haut | Haut | Bas |
| Round 2 | Haut | Dessus | Profil | Haut | Profil | Profil | Haut |
| Round 3 | Profil | "Profil" | Bas | Profil | Profil | Profil | Profil |

La perspective s'est modifiée, mais comment ? Pour les sept élèves, une tendance presque générale se profile quant à l'angle choisi pour photographier la pente. En effet, au premier round aucun élève n'a pris la pente de profil. Ils l'ont tous prise de face, soit depuis le haut, soit depuis le bas. C'est au deuxième round qu'on retrouve le plus de variété (haut, dessus, profil) et finalement au troisième round tout le monde capture une pente de profil à l'exception de Drake.

Voici plusieurs points à ce sujet :

Premièrement, ces résultats nous laissent penser que les élèves se sont rendus compte au fil des rounds que la pente est mieux visible sur une photo si elle est prise de profil. Comment ? Probablement en classant les photos, en répondant à la question « dans lesquelles on voit le mieux la pente ? ». Les élèves ont ainsi pu comparer leur photo à celles des autres. Cela leur a permis de se rendre compte que d'autres élèves avaient pris une photo similaire à la leur mais également que d'autres avaient choisi une approche différente pour montrer leur pente. Cela les a assurément questionnés. Autrement dit, ils ont comparé leurs représentations avec celles des autres pour ensuite réfléchir ensemble. A noter qu'il est également possible que les trois photos de l'enseignant (prises de profil) aient influencé le raisonnement des élèves (ce qui était le but).

Deuxièmement, les élèves ont été capables de ne pas reproduire ce qui ne fonctionnait pas bien. Par exemple, Anakin a pris au deuxième round une pente depuis le dessus. Durant la discussion collective, les élèves ont unanimement trouvé qu'on ne voyait pas bien la pente avec cette perspective-là. Dès lors, aucun élève n'a réutilisé cette perspective.

Troisièmement, au-delà de savoir comment les élèves se sont influencés, ils ont convergé vers une perspective (de profil) qui permet effectivement de voir la pente de la meilleure des manières.

Pour conclure, ces données montrent que les élèves ont été capables de se questionner, de remettre en question leur perspective et de la faire évoluer.

Tableau 5 - Quelle place prend la pente dans le cadrage choisi par les élèves ?

| | Amellya | Anakin | Drake | Emma | Greta | Noëlline | Thiago |
|---------|---------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-----------|
| Round 1 | Large | Large | Large | Large | Moyen | Large | Large |
| Round 2 | Moyen | Gros plan | Moyen | Moyen | Moyen | Moyen | Gros plan |
| Round 3 | Moyen | Moyen | Large | Gros plan | Large | Gros plan | Gros plan |

Dans la notion de perspective se trouve également la notion de cadrage. Quelle a été la place accordée à la pente dans l'espace qu'offre une photo ? Une multitude⁷ de type de cadrage existent. Pour simplifier la lecture, trois seront utilisés ici : le plan large, plan moyen et gros plan. « Large » signifie que la pente est représentée au milieu d'autres éléments. « Gros plan » signifie que l'on ne voit (presque) que la pente sur la photo et « moyen » se trouve un entre les deux.

Les élèves ont presque unanimement utilisé le cadrage large pour le premier round. Ensuite, une tendance se dessine pour tendre vers un cadrage plus moyen sur la pente. Les élèves ont accordé plus de place à la pente dès le deuxième round, ce qui signifie qu'un cadrage plus serré a été choisi intuitivement. Les élèves ont moins cherché à contextualiser la pente dans un environnement (plan large) mais plutôt à mettre en valeur la pente photographiée (plan moyen et gros plan). L'attention des élèves s'est focalisée sur le sujet de cette étude, la pente.

4.1.8.2 Ce qu'ils montrent

Tableau 6 - Nombre de pente(s) montrée(s) sur la photo.

| | Amellya | Anakin | Drake | Emma | Greta | Noëlline | Thiago |
|---------|---------|--------|-------|------|-------|----------|--------|
| Round 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Round 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Round 3 | 6 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 |

Le nombre de différentes pentes montrées sur la photo par les élèves évolue pour certains. Cela ne concerne que trois élèves mais cela permet de mettre en lumière un aspect du cheminement de ceux-ci. En effet, les élèves ont réalisé durant le processus qu'une photo pouvait mettre en évidence une pente spécifiquement choisie, mais également d'autres pentes qui peuvent être photographiées volontairement, ou non. Une photo peut donc illustrer plusieurs pentes. Trois élèves ont assurément compris ce fait. Néanmoins, ce n'est pas parce qu'un élève n'a désigné qu'une pente sur sa photo qu'il n'a pas développé cette compétence puisque les élèves avaient comme consigne de « montrer la pente photographiée » et non pas « montrer un maximum de pentes ». Les élèves ayant montré plusieurs pentes ont spontanément pris l'initiative de faire de la sorte.

⁷ Selon Lily (2021).

4.1.8.3 Ce qu'ils disent

Tableau 7 - Décrivent-ils leur pente en mentionnant l'ensemble des éléments de la photo ?

| | Amellya | Anakin | Drake | Emma | Greta | Noëlline | Thiago |
|---------|---------|--------|-------|------|-------|----------|--------|
| Round 1 | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui |
| Round 2 | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui |
| Round 3 | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui | Oui |

Ce tableau permet d'observer que les élèves décrivent tous leur pente de la même manière. En effet, les mots utilisés ne décrivent pas la pente, mais plutôt la photo dans son entier. La consigne était : « décris-nous ta pente ». A celle-ci les élèves énoncent les différentes composantes de la photo ; notamment un poteau, un arbre, des murs et ne décrivent pas la pente photographiée.

Était-ce la bonne question ? La consigne a sans doute influencé les réponses dans ce sens.

Les élèves percevaient peut-être l'entièreté de l'image comme la pente. En partant de ce postulat, cela pourrait donner une explication à leurs descriptions.

Une autre possibilité serait que la pente était un sujet encore trop abstrait pour lequel les élèves n'étaient pas capables de mettre des mots permettant de la décrire et qu'ils se sont réfugiés dans la description globale de la photo. Aucune donnée ne permet d'affirmer la raison de cette difficulté. Néanmoins, il est certain qu'elle était présente.

4.1.8.4 Leurs réflexions

Tableau 8 - En lien avec la discussion collective du round ?

| | Amellya | Anakin | Drake | Emma | Greta | Noëlline | Thiago |
|---------|--|--------------------------------------|--|---|---------------------|-------------|---|
| Round 1 | La pente n'est pas qu'une route | Pas compris | Appris à regarder une pente | Appris les différentes sortes de pente | Ça monte et descend | Pas compris | Ça monte et descend. |
| Round 2 | Il peut avoir plusieurs pentes sur une seule photo | Pas prendre du dessus | Ne pas prendre une photo en penchant vers le bas | La pente est une question de point de vue | - | Pas compris | Belle pente, elle descend |
| Round 3 | La pente peut-être un humain. | Le soleil en photo donne une étoile. | Différence profil/face | On ne marche pas forcément dessus. Elles sont toutes différentes. | Ça monte et descend | Profil/face | Un sapin de Noël de profil/face c'est la même chose |

Il est difficile de tirer des conclusions générales liées au cahier des élèves tant les réflexions personnelles sont variées. Néanmoins, la plupart des réflexions des élèves (synthétisées dans ce tableau) sont en lien avec la discussion collective qui s'est terminée quelques minutes auparavant. En écartant les trois réflexions pour lesquelles la compréhension n'est pas possible et celle où Greta était absente (en rouge), il reste 17 réflexions, dont quatre ne sont pas en lien avec la discussion. Cela implique donc 13 remarques (en vert) où l'élève indique ce qu'il a appris, il mentionne un élément de la discussion collective. Nous pouvons donc conclure que les élèves sont généralement conscients des nouveautés rencontrées dans la

discussion et de ce qu'ils ont appris. Ceci est un point intéressant puisque la plupart de ces réflexions ont été amenées par le groupe lors discussion. Même si la discussion était guidée par l'enseignant, ce n'est pas lui qui était à la base de ces apprentissages mais bel et bien le groupe classe qui co-construisait leurs visions, leurs approches et conceptions de la pente.

4.1.8.5 Liens au cadre théorique

Les résultats présentés jusqu'ici montrent une modification de la perspective choisie par les élèves pour photographier la pente. Cela concorde avec plusieurs propos du cadre théorique : manipuler le réel permet de se l'approprier puis de mettre du sens, le numérique peut soutenir l'apprentissage et la confrontation d'opinion peut modifier les représentations.

4.2 Analyse des interactions

Analyse des interactions durant les discussions collectives

Les interactions seront ici analysées chronologiquement. Pour chaque entretien collectif, les interactions seront réparties dans trois catégories : *Classification*⁸, *Vision commune et Nouveaux apprentissages*. Lors de chaque entretien collectif les élèves ont dû *trier, regrouper, classer* les photos qui allaient ensemble. C'est ce qui sera traité dans la partie *classification*. Dans les discussions, les élèves se sont parfois mis d'accord sur un sujet, une manière de voir quelque chose, un point de vue. C'est dans la partie *vision commune* que ces points seront traités. Et enfin, lorsque les échanges aboutissent vers une nouvelle notion⁹, ces extraits du discours seront présentés dans *nouveaux apprentissages*.

4.2.1 Entretien collectif 1

4.2.1.1 Classification

Amorce de tri par pair

Après les présentations des photos de chacun, les élèves ont été confrontés à la tâche de regrouper les photos qui vont ensemble. La consigne¹⁰ était volontairement vague et voici les premières interactions qui ont eu lieu entre les élèves :

Amellya : Je les mettrais ensemble (Amellya et Drake)

Exp : Pourquoi

Amellya : Parce qu'elles sont jumelles

...

Thiago : Ici il y a des escaliers ici il y a des escaliers (Anakin, Greta)

Amellya et Thiago proposent d'assembler des photos par pair. Elle parce que les deux photos ont été prises au même endroit et montrent la même pente avec le même angle. Lui parce qu'on voit des escaliers sur les deux photos.

Les élèves abordent la tâche en assemblant visuellement ce qu'ils voient. La question de la pente n'entre pas du tout en jeu. Ils assemblent ce qui se ressemble.

Tri par endroit/emplacement

Ensuite, Anakin propose une autre réflexion. Sa manière de faire du tri serait de trier les photos sur la table en fonction de l'emplacement géographique de la photo. En effet, lors du premier round les élèves ne sont pas allés très loin de l'école. Les photos ont donc été prises dans une zone géographique proche et son idée aurait été de disposer les photos sur la table en fonction de leur lieu de capture. La notion de pente n'est à nouveau exclue dans cette méthode de classement des images.

Anakin : Alors heuuuuu moi je dis alors là on a la pente (Anakin) et là de l'autre côté (Drake) on a elle et pi après c'est tout

⁸ Définition : Opération logique qui permet de reconnaître les caractéristiques communes. (Visinand Ward, 2019)

⁹ Définition : Connaissance intuitive, assez imprécise (d'une chose).

¹⁰ Enseignant : Maintenant ce qu'on va essayer de faire mais il ne faudra pas que ça soit trop le cheni on va essayer de regrouper ces photos de dire ok celles-là elles vont ensemble celle-ci moins et on explique pourquoi

Exp : Ok je comprends ce que tu veux dire parce que c'est juste si on les met dans la vie réelle ces deux-là sont juste à côté de l'autre

Ensuite Emma et Thiago se joignent à la manière de procéder de Amellya. Elle constate que sa photo montre la même pente, avec un autre angle. Leur observation est cohérente, néanmoins la notion de pente n'est toujours pas présente dans leur réflexion.

Emma : Moi je pense qu'on peut mettre celle-là ici aussi (elle pose sa photo sur celles d'Amellya et Drake) parce que c'est aussi le même endroit la même pente

Thiago emboîte le pas et ajoute que la photo de l'enseignant pourrait s'ajouter au groupe de photos d'Emma, Drake et Amellya car le toit de la photo de l'enseignant se retrouverait dans la photo d'Amellya. Il émet donc la possibilité de regrouper ces photos de manière hybride. Un groupe qui se distingue par les objets représentés (un escalier) et un autre par le lieu photographié.

Thiago : Parce que celles-là (Greta, Anakin) elles pourraient aller ensemble et pi genre elles (Emma, Drake, Amellya) aussi parce que ça (ens.) c'est cette maison là (il montre sur la photo de Amellya)

Tri par couleur, objets représentés

Noëlline n'est pas d'accord avec ce qu'il s'est dit et conteste la version de ses camarades en ajustant le dispositif. Elle souhaite tenir compte des couleurs pour trier les photos. C'est pourquoi elle se retrouve avec trois groupes de photos. C'est la première élève à inclure toutes les photos dans sa réflexion. Deux groupes se démarquent par les couleurs, les tons de la photo et le troisième se démarque car l'on retrouve des maisons dans les trois photos. Sa réflexion est absolument cohérente mais ne tient toujours pas compte de la pente pour trier les photos. Amellya partage son opinion quant au choix des couleurs qui lui semblent pertinent.

Noëlline : Ou alors on pourrait faire par exemple là (Emma, Drake, Amellya) les couleurs un peu c'est le même thème / là les escaliers (Greta, Anakin) là il y a les mêmes tons et là il y a des maisons (ens., Thiago, Noëlline)

Un consensus est prêt à être trouvé. Les élèves sont gentiment tous d'accord pour trier ces photos au travers de plusieurs critères : critère géographique, couleurs et types d'objets. Thiago, en rôle de leader, propose sa manière de voir les choses et demande l'acquiescement de ses camarades qui, globalement, sont en accord avec ce qu'il propose. Trois groupes se dessinent :

- Emma, Drake et Amellya car c'est le même endroit.
- Greta et Anakin car ils voient des escaliers et que ce sont les mêmes tons de couleurs.
- Thiago, Noëlline et l'enseignant car on voit des maisons.

Tri par montée/descente/les deux. Apparition de la notion d'angle de prise de vue

A ce moment-là de la discussion, l'enseignant relance tout le monde avec la réflexion suivante :

Exp : maintenant moi je me pose une question / si on essayait de les regrouper par comment est-ce qu'on voit la pente comment est-ce que vous les regrouperiez

À la suite de la question, Emma affirme rapidement que les photos de Drake et Amellya iront ensemble :

Emma : Parce qu'on voit la pente exactement du même angle
 Exp : Quand tu dis du même angle ça veut dire quoi
 Emma : Ben comme ça (elle montre avec son bras)
 Exp : On la voit entrain de
 Emma : De monter // pi du coup elle aussi (Thiago) vu qu'on la voit en train de monter
 elles (Emma, Noëlline) on pourrait les mettre ensemble parce qu'on les voit
 entrain de descendre
 Thiago : Elle aussi (Greta)

À la suite de la relance de l'enseignant, les élèves découvrent d'autres critères en explicitant le sujet du tri. Pour la première fois de la discussion, la pente est vraiment incluse dans les critères de choix pour le tri. Emma mentionne « qu'on les voit du même angle » et cela lui permet de mettre certains mots sur ce qu'elle voit. C'est la première fois qu'une notion d'angle apparaît. Certaines pentes « montent » et d'autres « descendent ». D'autres élèves s'accordent avec ce qu'elle dit. Notamment Thiago qui complète ce qu'elle dit en ajoutant la photo de Greta au groupe des photos qui descendent.

Un débat se suite afin de classer les photos selon ces critères. Les élèves s'accordent finalement pour faire trois groupes. Deux groupes définissent la pente en fonction de la position de l'observateur (la pente peut descendre ou monter, relatif à une position). La photo de l'enseignant ne révèle pas une position dans la pente donc nécessite un nouveau groupe (où celui qui fait la photo n'est pas dans la pente).

Après une première classification qui semblait cohérente pour tous les élèves, à la suite d'une relance de l'enseignant, les élèves s'entendent pour une deuxième classification dans laquelle la notion de pente est incluse. Ce ne sont plus seulement des facteurs extérieurs (critère géographique, couleur et types d'objets) à la pente qui définissent le tri. L'input de l'enseignant mentionnant de « regrouper par comment est-ce qu'on voit la pente » a permis une réflexion focalisée sur l'objet d'étude permettant l'émergence d'autres critères.

4.2.1.2 Vision commune

Consensus : « on voit bien la pente parce que ça monte »

L'enseignant questionne les élèves afin d'observer si selon eux « on voit mieux la pente » dans un des trois groupes de photos. La discussion va très vite. Drake, Emma, Noëlline, Thiago et Amellya interviennent et s'accordent en disant que la pente est plus visible dans le groupe des photos où la pente monte. Ils n'ont pas d'explications ou de précisions à cela. Drake mentionne même ne pas pouvoir expliquer son raisonnement. Une analyse objective de leur comportement est difficile à donner. Néanmoins, il est possible qu'un effet de dynamique de groupe ait eu lieu et que les élèves souhaitent arrêter ce travail de classification.

4.2.1.3 Nouveaux apprentissages

Déconstruction « on ne marche pas sur toutes les pentes »

Lorsque l'enseignant demande à la classe ce qui est une pente pour eux, plusieurs définitions déjà citées précédemment ressortent. « C'est ce qui monte et descend. » « C'est ce qui est penché. » « On peut marcher dessus. »

A cette dernière remarque l'enseignant relève cela et questionne la classe : « Est-ce qu'on peut marcher sur toutes les pentes ? » Amellya rétorque que non, « les montagnes comme ça (très raides) » on ne peut pas marcher dessus. Cette notion ressortira notamment dans la réflexion N°1 d'Amellya qui dit qu'une pente « n'est pas qu'une route ».

Tableau 9 - Round 1, classification des photos faites par les élèves.

| | | | | |
|----------------------------|---|---|--|---|
| Pentes qui montent | Amellya | Anakin | Drake | Thiago |
| |  |  |  |  |
| | Greta | Emma | Noëlline | |
| |  |  |  | |
| Pente qui monte et descend | Enseignant | | | |
| |  | | | |

4.2.2 Entretien collectif 2

4.2.2.1 Classification

Photos jumelles

Dès le début de la discussion, deux photos sont rapidement assemblées, comme lors du premier entretien collectif, du fait de leurs similitudes. En effet, les photos de Amellya et Thiago montrent le même endroit avec la même prise de vue. Les élèves les assemblent rapidement en pensant qu'il s'agit de la même photo, puisqu'on voit la pente de la même manière.

Exp : Alors avant de faire des tas essayez d'expliquer ce que vous pensez / Amellya tu as mis ces deux-là (Amellya, Thiago) ensemble explique pourquoi
Amellya : Parce qu'elles sont jumelles (Amellya, Thiago)

Consensus rapide pour trier cinq photos en trois groupes

Pour cinq photos, les élèves s'accordent rapidement pour les classer dans trois groupes distincts. Trois groupes se dessinent et voilà ce que les élèves en disent :

- Dans la photo d'Anakin, trois élèves disent qu'on ne voit pas bien la pente. Drake ajoute même que « on dirait que c'est plat, cela fait comme des rails de train. »
- Les photos d'Amellya et de Thiago sont mises ensemble sans discussion.
- Les photos de l'enseignant et de Noëlline iraient ensemble. Les élèves mentionnent plusieurs raisons dont il est difficile d'un point de vue extérieur d'y voir une cohérence. Amellya dit : « On la (*la pente*) voit de la même manière ».

La raison initiale qui consiste à assembler les photos de Noëlline et l'enseignant est que les pentes se ressemblent. Puis, lorsque l'enseignant essaye d'en savoir plus sur le raisonnement des élèves, ceux-ci justifient leur choix par le contenu des photos : « Ben y'a des maisons pi il y a des arbres ». Tout à coup ce n'est plus la pente qui légitime de les mettre ensemble, mais leur contenu (notamment les maisons, les cheminées). Mais, Drake, finit tout de même par dire que les pentes se ressemblent. Néanmoins, impossible d'en savoir plus sur ce que signifie « les pentes se ressemblent ».

Il est probablement trop difficile pour les élèves de verbaliser pourquoi les pentes se ressemblent car en effet, elles se ressemblent ! Il leur manque peut-être le vocabulaire ? Ou n'ont-ils pas encore associé les mots qui leur permettent d'exprimer leur pensée ? Quoi qu'il en soit, il est intéressant de constater que lorsqu'ils sont bloqués pour exprimer ce qu'ils souhaiteraient, ils trouvent un autre chemin pour justifier leurs propos.

Finalement, il est intéressant de relever que les élèves ont spontanément comparé les photos en lien avec la pente. Ce qui n'était pas le cas durant le premier round. Il n'a pas été nécessaire d'avoir un input de l'enseignant afin que les élèves prennent ce chemin pour classer les photos.

Classement de la photo d'Emma

Dans la partie de tri des photos, il ne reste plus que la photo d'Emma à classer, trier ou créer un quatrième groupe. Comme mentionné ci-dessus, le groupe l'a comparée avec celle d'Anakin et trouve que la pente est mieux visible dans celle d'Emma. L'enseignant soulève la question, où la mettons-nous ? Amellya propose de l'inclure au groupe de Noëlline et de l'enseignant. Elle n'arrive pas à justifier cette idée davantage qu'en disant « on voit bien la pente ». Drake est d'accord avec elle, sans plus de précisions non plus. Thiago, qui est également en accord, ajoute qu'on voit bien deux pentes dans la photo d'Emma, une est un escalier et on peut deviner qu'il y a aussi des escaliers sur la photo de l'enseignant ; raison de

les assembler. Puis, pour terminer, l'enseignant demande l'avis d'Emma qui répond juste « ouais ». Elle approuve le choix de ses camarades.

- Exp : Alors ça c'est l'avis d'Amellya les autres qu'est-ce que vous en pensez qu'est-ce qu'on en fait de cette photo (Emma)
- Drake : On la (Emma) met avec eux (groupe de ens. et Noëlline)
- Thiago : Parce qu'on voit bien les deux pentes (Emma) on voit que là (Ens.) c'est des escaliers là on voit qu'il y a une petite pente là elle est plus en pente chais pas il y a de la lumière
- Drake : Elle (Emma) va avec eux (Ens., Noëlline)
- Exp : Ok alors ici on a donc un paquet (Emma, Ens., Noëlline) qui va ensemble tout le monde est un peu d'accord Emma toi qu'est-ce que tu en penses
- Emma : Ouais

L'argumentaire n'est pas très fourni pour le choix de cette photo. Les élèves peinent à expliciter ce choix, le justifier. Ils partent sur des notions artistiques (la lumière). L'explication donne l'impression d'être intuitive mais pas encore explicitable. La dynamique de groupe, en absence de conflit sociocognitif, les a poussés à être semble-t-il, convaincus de ce choix et personne ne l'a contesté.

Classement de la photo de Drake¹¹

Le lendemain, Drake a choisi sa photo et l'a présentée à ses camarades. A noter qu'ils se souvenaient tous parfaitement des différents groupes de photos définis la veille. Puis, vient la question de son classement. C'est très instinctivement et rapidement que tous les élèves ont proposé de l'inclure avec les photos de Noëlline, Emma et l'enseignant. Les raisons évoquées sont « qu'on voit bien la pente » et « qu'elle ne triche¹² pas »

4.2.2.2 Vision commune

Consensus pour un podium

Après avoir trié toutes les photos, la tâche proposée par l'enseignant est de mettre les trois groupes de photos sur un podium en fonction du critère « où est-ce qu'on voit le mieux la pente » ? Sans hésitation Emma, Amellya et Drake disent que le groupe de Noëlline est celui dans lequel on voit le mieux la pente. Amellya justifie son choix en disant que personne n'a triché, les photos ont été prises à plat. Drake dit « qu'il y a plusieurs pentes, on voit la pente ». Thiago dit « qu'on la voit mieux et pi c'est tout ». Personne ne contredit ces quatre élèves, ils sont directement en accord, donnent chacun leur justification qui se complètent. Néanmoins, aucun argument ne permet de justifier verbalement pourquoi la voit-on mieux qu'ailleurs.

Ensuite, il reste deux groupes, celui des photos de Thiago et Amellya, et celui de la photo d'Anakin. Les élèves procèdent par élimination, ils trouvent que sur la photo d'Anakin « on ne comprend rien ». Cela place donc sa photo sur la troisième marche alors que celles d'Amellya et Thiago sont sur la deuxième. Amellya justifie que sa photo et celle de Thiago soient sur la deuxième car ils ont dû incliner leur appareil contre l'avant, ce qu'elle appelle « tricher ». Elle compare sa photo à celles sur la première marche et déclare que sur celle-ci, on voit bien la pente en ayant gardé l'appareil à plat.

En réalité, à l'exception de la photo d'Emma, c'est la perspective donnée qui sert de tri mais ils ne le verbalisent pas.

¹¹ Effectué dans un deuxième temps puisque lors de la discussion collective 2 du round 2, Drake n'avait pas encore eu le temps de faire l'exercice

¹² Référence au fait que Amellya a pris sa photo en penchant son appareil contre le bas pour prendre sa photo et que cela fausse la perspective.

4.2.2.3 Nouveaux apprentissages

Notion d'angle de la prise de vue qui entre en jeu

Lorsque les élèves réfléchissent où placer la photo d'Emma. Ils la comparent notamment avec la photo d'Anakin. C'est à ce moment que deux nouvelles notions apparaissent : l'angle de prise de vue et la profondeur. Les élèves réalisent qu'on perçoit mieux la pente si on ne la photographie pas depuis le dessus. En comparant les deux images, ils perçoivent et décrivent avec leurs mots qu'en prenant une pente depuis le dessus, elle s'aplatit et il n'est pas possible de la voir. Emma mentionne que sur sa photo, on voit la perspective, contrairement à celle d'Anakin. C'est pour la première fois du processus que la notion d'angle de prise de vue est mentionnée.

Exp : D'accord ok est-ce que vous arrivez expliquer pourquoi on la voit mieux





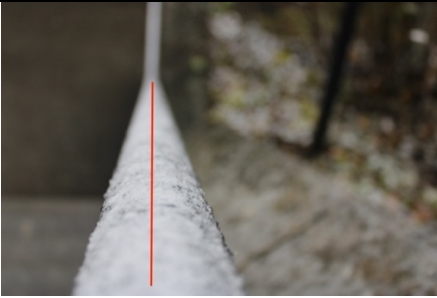


Drake : Ben parce que ça descend sur la photo (Emma) là aussi ben il y a plusieurs pentes

Amellya : Parce que la photo (Anakin) a été prise depuis en haut

Emma : Parce qu'il y a de la profondeur (Emma)

Amellya : Tandis que là (Anakin) on dirait que ouais on dirait qu'il l'a pris comme ça (elle montre depuis le haut avec ses mains)

Tableau 10 - Round 2, classification des élèves, sur quelles photos on voit le mieux la pente ?

| | Noëlline | Enseignant | Emma | Drake |
|---|---|---|---|---|
| 1 |  |  |  |  |
| | Amellya | Thiago | | |
| 2 |  |  | | |
| | Anakin | | | |
| 3 |  | | | |

4.2.3 Entretien collectif 3

4.2.3.1 Classification

Départ de classement en désaccord

Au départ du troisième round, un accord rapide ne semble pas se dessiner. Greta propose d'assembler les photos de Amellya et Thiago car une étoile est visible dans les deux (classement par objet similaire) Emma souhaiterait regrouper celles de Amellya et Noëline car elles sont prises dans la même pièce (classement par lieu géographique) et, Thiago propose de trier les photos prises en extérieur et celle prises en intérieur (autre type de classement par lieu géographique).

Thiago : Ok alors moi je dis on prend ces deux (Thiago, Ens.) parce que c'est des maisons pi heuuu non enfait je voulais faire celles qui sont dehors mais celle-là (photo de Anakin) heuuu genre celles qui sont dehors

Amellya : Non mais les maisons ensemble c'est nul

Ces méthodes de classement ne reposent pas sur des critères liés à la pente. C'est pourquoi l'enseignant précise, pour aider au classement des images, qu'il doit se faire en fonction des pentes qu'ils ont photographiées. Il finit par leur rappeler les réflexions de la dernière discussion¹³ en leur suggérant de se souvenir des critères utilisés précédemment. C'est à ce moment qu'Emma propose de se baser sur la perspective. Ceci marque un tournant dans la discussion.

Émergence de la notion d'une prise de vue de profil/face

Voici la séquence susmentionnée :

Exp : Heu si on réfléchit à comment est-ce qu'on voit la pente comment est-ce qu'on voit la pente vous vous souvenez ce qu'on s'était rendu compte à la dernière discussion qu'est-ce qui fait qu'on la voit mieux que d'autres

Emma : La perspective

Exp : La perspective c'est juste et qu'est-ce qu'on remarque sur ces trois-là (Emma, Ens., Thiago)

Thiago : C'est que le truc il est tout droit

Emma : En fait c'est qu'elle est tout le temps genre comme ça (elle montre que les pentes montent d'en bas à gauche à en haut à droite)

Sur la base de cette affirmation d'Emma, les mots « profil et face » apparaissent et une longue discussion entre les élèves émerge. L'enjeu est de s'entendre sur quelles pentes ont été prises de profil et lesquelles de face. Les élèves mettent du temps à s'accorder, changent d'avis. Puis à la suite de quelques suggestions et de quelques mises en situations de l'enseignant, ils finissent par se mettre d'accord.

C'est alors qu'un deuxième enjeu survient. Voit-on mieux la pente si elle est photographiée de profil, ou de face ? Thiago se base notamment sur sa photo du round 2 en affirmant qu'on voyait bien la pente, même qu'elle était prise de face. En comparant avec d'autres photos, il finit par reconnaître qu'on perçoit mieux une pente si elle est photographiée de profil.

¹³ Qui avait eu lieu plus d'un mois auparavant, avec les vacances de Noël au milieu.

Consolidation de la notion de profil et de face

Pour poursuivre la situation décrite ci-dessus, l'enseignant se munit de la photo de Greta et soulève ceci :

- Exp : Mais ce que je trouve intéressant dans celle-ci (Greta) c'est qu'en fait dans celle-ci qu'est-ce qu'on a comme pente // Greta elle a montré celle-là (pente des bras) mais on a aussi une autre pente sur cette photo elle est où
- Thiago : Elle est là (il montre le sol)
- Exp : Donc sur cette photo (Greta) on a une pente qui est
- Noëlline : Est humaine
- Exp : Ouais humaine pi il y en a une autre c'est une route ça c'est juste
- Noëlline : Ouais voilà
- Emma : Il y a mes jambes aussi
- Exp : Mais si on parle juste de celle-ci (les bras) et de la route ici / on a une pente qui est de
- Emma : Profil
- Exp : Profil c'est laquelle
- Drake Noëlline : (Ils montrent les bras)
- Emma : C'est les bras
- Exp : Et la pente qui est
- Emma : De face (elle montre la route)
- Exp : C'est la route effectivement / et pi de manière générale on voit mieux la pente quand elle est prise de face ou de profil
- Amellya : De profil

En effet, la photo de Greta a un intérêt particulier ; elle comporte une pente de face et une de profil et ce, sur la même photo. Les élèves identifient rapidement les deux pentes, ils en mentionnent même encore d'autres (les jambes). Cela permet déjà d'affirmer que les élèves ont compris l'idée qu'une photo peut comporter plusieurs pentes. Ensuite, ils sont instantanément au clair sur quelle pente est de profil et quelle pente est de face. Cela leur permet de comparer sans détour quelle est la perspective permet de distinguer au mieux la pente. L'aisance avec laquelle les élèves s'approprient cette notion de profil/face donne l'impression qu'ils découvrent les mots dont ils avaient besoin afin de justifier leurs réflexions.

4.2.3.2 Vision commune

Explication du tri profil/face

Dès cette distinction de profil/face effectuée, le tri des photos est beaucoup plus simple et rapide. Les élèves s'entendent et se mettent d'accord pour assembler et trier les photos. Ils effectuent deux groupes. Dans le premier il y a les photos d'Emma, Amellya, Thiago et de l'enseignant. Dans le deuxième, il y a les photos de Anakin, Drake et Noëlline. Il reste encore la photo de Greta à associer à un groupe et les élèves relèvent qu'elle pourrait être associée avec plusieurs groupes puisqu'elle a deux pentes, une de face et une de profil. Ils décident finalement de l'associer avec le premier groupe car la pente montrée par Greta était celle de profil, comme les pentes de ce groupe.

Les interactions entre les élèves ont permis de développer ces notions de face et de profil, même si l'application de celles-ci est encore discutable. En effet, dans le premier groupe, les pentes sont très clairement toutes photographiées de profil. Dans le deuxième groupe, la pente de Drake est photographiée de face alors que celle d'Anakin et Noëlline sont équivoques. Les élèves constatent un manque de repères pour pouvoir déterminer un point de vue explicite. Néanmoins, les élèves l'ont perçu et ils ont trié les photos en définissant deux groupes. Un

premier dans lequel la pente est clairement de profil et un autre dans lequel elle est soit de face, soit d'un point de vue discutable.

De plus, les élèves affirment plus tard que la photo de Greta pourrait, du fait de ses deux pentes (une de profil et une de face), être associée soit au groupe des photos de profil, soit de face en fonction de la pente à laquelle on porte attention.

4.2.3.3 Nouveaux apprentissages

Quelque chose de rond n'a pas de profil ni de face

Après avoir trié les photos, spontanément, au milieu de la discussion Thiago relève un aspect intéressant au sujet de la photo d'Anakin. Il affirme que le soleil est rond donc demande comment savoir s'il est de profil ou de face ? Il en conclut, seul, que le soleil n'a ni profil, ni face. Dans l'enchaînement, Amellya associe ce que Thiago affirme à sa photo et constate qu'il en est de même pour son sapin.

Néanmoins, l'enseignant relève que les élèves ont classé ces deux photos dans deux groupes différents et interpelle les élèves à ce sujet. Ils leur demandent d'expliquer cela. Après un bref débat, ils concluent que ce qui favorise la perception de la pente est un repère qui montre le plat, comme le sol (et comme la vision qu'ils ont avec leurs yeux, à plat). Élément qui n'est pas visible sur la photo d'Anakin.

Une pente ça se mesure

Un peu plus tard, l'enseignant lance un nouveau sujet. Il mentionne que ce projet a pour but de tisser des liens avec les mathématiques. Il demande aux élèves s'ils pensent savoir dans quelles mesures toutes ces photos ainsi que ces discussions sont en lien avec les mathématiques. Noëlline suggère qu'on pourrait mesurer la pente mais relève qu'il serait difficile de le faire sur une photo car on risque de ne pas être précis. Thiago poursuit en soulignant que la précision de la mesure peut être affectée dans le cas où l'appareil n'était pas à plat lorsqu'on a pris la photo.

Cette situation montre que les élèves ont conscience que le réel se mesure. D'une manière ou d'une autre, il doit être possible d'expliquer une pente avec des chiffres. Reste à savoir comment... Comment quantifier une pente ?

Avec quoi mesurer une pente ?

L'enseignant leur pose une question : Qu'est-ce qui change d'une pente à l'autre ? Emma affirme que ce sont les degrés. L'enseignant la relance et demande au groupe qu'est-ce qui change s'il y a plus ou moins de degrés dans une pente. Amellya déclare « que ça peut être plat comme ça peut... », Emma enchaîne en montrant l'inclinaison d'une pente avec ses bras qui changent. Amellya surenchérit : « Plus il y aura de degrés, plus ça sera penché ».

L'enseignant met alors les élèves en situation et leur demande de donner un exemple de pente plus raide qu'une autre avec les photos des élèves. Amellya affirme instantanément que la pente de sa photo est « plus raide » que celle de Thiago.

Amellya émet ensuite l'hypothèse qu'une pente se mesure comme un angle. Elle dit qu'on pourrait mesurer l'angle de la pente de la photo de Thiago. L'enseignant lui demande alors comment le ferait-elle ? Elle affirme alors qu'on pourrait mesurer une pente avec une équerre¹⁴.

¹⁴ A savoir que les élèves confondent souvent équerre et rapporteur puisqu'ils ont un seul objet ayant les caractéristiques de l'un et de l'autre. La situation laisse à supposer qu'elle voulait dire rapporteur.

Cette séquence montre qu'en tous cas Amellya et Emma ont fait un lien entre la géométrie et les pentes représentées sur les photos. Leurs affirmations ne sont pas suffisantes pour pouvoir effectivement mesurer une pente, mais elles ont tout de même tissé un lien entre certains concepts mathématiques précédemment étudiés et leurs photos. Ce, sans l'aide de l'enseignant.

Comment utiliser le rapporteur

Vient alors la question de comment mesurer une pente sur une photo avec un rapporteur ? Les élèves peinent à être d'accord. Dans un premier lieu Amellya place le rapporteur sur le sommet du toit, Noëlline dit que ce n'est pas comme cela qu'il faut faire car le rapporteur dépasse. L'enseignant leur demande alors où est l'angle à mesurer. Amellya et Emma montrent l'angle formé par les deux pans du toit.

Dans un deuxième, lieu l'enseignant propose de mesurer la pente de la photo d'Emma. Noëlline suggère alors de poser le rapporteur dans le coin en bas à droite de la feuille. Amellya l'interrompt rapidement en disant qu'elle ne comprend pas ce qu'elle mesure. Elle lui dit d'ailleurs : « Mais là tu mesures le mur ». Emma prend le relais et pose le rapporteur dans l'angle formé par l'angle en béton en bas de la main courante. Thiago est tout de suite d'accord avec Emma et relève que l'angle mesuré est non-convexe. Les autres élèves semblent d'accord avec cette manière de faire.

Dans un troisième temps, l'enseignant propose de mesurer l'angle du toit de la maison présentée sur sa photo. Anakin se lance. Il place le rapporteur dans le coin en haut du toit. D'autres élèves lui disent qu'ils ne procéderaient pas comme cela. Il change de stratégie, s'énerve et l'enseignant lui demande alors quel angle il souhaite mesurer. Il montre le sommet du toit. Emma l'aide alors à placer son rapporteur afin qu'il puisse mesurer l'angle convenablement. Anakin est fier et pense avoir réussi à mesurer la pente.

Cette séquence est intéressante car elle explicite que les élèves découvrent ensemble, s'entraident, ne sont pas d'accord et proposent finalement chacun une manière différente de mesurer la pente avec un rapporteur. Chaque proposition a du sens et se base sur des représentations différentes. La première aurait nécessité d'autres calculs afin de déduire la pente car les élèves mesureraient l'angle entre les deux pans du toit. La deuxième était probablement l'approche la plus simple. La dernière aurait également impliqué un calcul car la référence prise était une ligne verticale de la maison et non pas la ligne horizontale. Toutes ces approches montrent que les élèves sont encore dans le tâtonnement. Ils ne savent pas, et sans intervention de l'enseignant qui valide ou non la manière de faire, ils peinent à départager ce qui est adéquat de ce qui ne l'est pas.

Conclusion des différents rounds

Voici les derniers échanges de l'entretien collectif du troisième round :

Exp : donc si on récapitule si on veut de manière plus ou moins précise prendre une photo pi mesurer un angle sur cette photo on se positionne comment par rapport à la pente

Thiago : De profil

Exp : Pi après qu'est-ce qui faut faire attention au moment où on prend la photo

Thiago : Que ça soit droit

Noëlline : On ne doit pas bouger

Exp : On ne doit pas bouger pour que ça soit nette effectivement

Thiago : Il faut arrêter de respirer

Exp : Arrêter de respire juste






Noëlline : C'est ce que j'allais dire

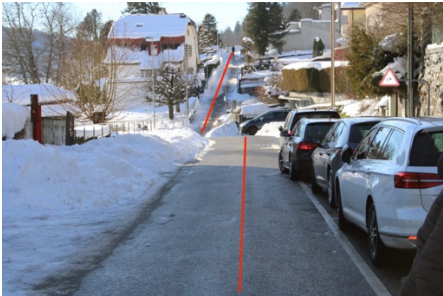


Amellya : Et puis ensuite on pourrait utiliser par exemple un rapporteur pour mesurer certains angles et puis deviner la pente en degrés voilà

A peu de choses près, les derniers échanges synthétisent l'avancée des élèves durant tout le processus. Ils ont, en quelques phrases, mentionné l'importance de photographier la pente de profil, que l'appareil soit à plat et que si ces critères sont respectés, il est possible

de mesurer la pente avec un rapporteur. Le chemin parcouru est symboliquement rassemblé dans ces quelques mots. Cela permet d'affirmer que les élèves ont assimilé les points de vue des autres. Ils ont en effet commencé par départager les pentes qui montent de celles qui descendent pour finalement se rendre compte qu'il ne s'agit que d'une question de point de vue puisque toutes les pentes montent et descendent. Toujours dans l'optique de trouver un moyen de « bien voir la pente », les élèves ont terminé par la photographier principalement de profil. Ce qui a pu amener des réflexions quant à la manière de la mesurer et tisser des liens avec les mathématiques.

Tableau 11 - Round 3, classification des élèves, sur quelles photos on voit le mieux la pente ?

| | Amellya | Emma | Enseignant | Greta |
|---|---|--|---|---|
| 1 |  |  |  |  |
| | Thiago | | | |
| 1 |  | | | |

| | Drake | Anakin | Noëlline |
|---|---|--|---|
| 2 |  |  |  |

4.3 Analyse des modifications de représentations des élèves

Dans cette partie, le but sera de synthétiser le travail des élèves et de conclure l'analyse. L'intention sera de comprendre les productions des élèves au travers des discussions collectives traitées. Quelques autres points repris de la partie théorique permettant d'étayer la réponse à la question de recherche seront également abordés.

4.3.1 La perspective

La perspective utilisée pour photographier la pente a changé pour tendre à photographier la pente de profil. Selon les différents dialogues, plusieurs faits propres à la dynamique du groupe ont influencé cela. L'activité de tri a nécessité d'identifier des critères qui pourraient ensuite être des éléments de définition d'une notion. Concrètement, au fil des rounds les photos de profil se sont imposées comme celles sur lesquelles on distinguait le mieux la pente. Cela a influencé les élèves. Il n'y a pas que celles-ci qui ont permis de donner une direction aux représentations des élèves. Lors du deuxième round, ils ont communément constaté qu'une pente photographiée depuis le dessus ne se voit pas. Les élèves ont donc pu apprendre des photos les plus pertinentes et écarter les autres afin d'aboutir leur raisonnement. L'exemple type de ce cheminement se trouve dans la photo de Greta qui a permis de comparer une pente prise de profil et de face pour constater que la prise de vue de profil permet de distinguer au mieux la pente.

4.3.2 Ce qu'ils montrent

A chaque round, les élèves ont montré des pentes sur leurs photos. Ce qu'ils ont représenté a permis aux points de vue d'évoluer. Au fil des rounds, les élèves ont constaté qu'on pouvait observer plusieurs pentes sur la même photo. De ce fait, certains élèves cherchaient à trouver un maximum de pentes sur les photos de leurs camarades.

Dans le premier round (lors duquel les élèves avaient photographié que des routes et des escaliers, à l'exception de l'enseignant), les élèves se sont entendu sur l'idée qu'on ne marche pas sur toutes les pentes. Ce, à la suite de l'observation de la photo de l'enseignant. Cela a eu une conséquence : sur les photos suivantes les élèves se sont mis à photographier une plus grande diversité d'objets en pente comme des toits, une main courante ou un sapin.

4.3.3 Ce qu'ils disent

Les élèves ont éprouvé des difficultés à verbaliser leur raisonnement et le justifier verbalement. Au-delà des hypothèses posées au point précédent, les interactions ne permettent pas d'avancer des conclusions plus précises sur les raisons de ces difficultés. A noter que de travailler ensemble, discuter, collaborer n'a pas favorisé la verbalisation, leurs difficultés sont restées les mêmes.

4.3.4 Leurs réflexions dans le cahier

Les réflexions indiquées par les élèves dans leurs cahiers étaient en grandes majorités en lien avec les discussions collectives. Ceci est également un signe d'implication dans le processus et de modification de représentations.

4.3.5 Passage de la représentation à la notion

Au fil des rounds et de l'observation du travail des élèves, cette recherche montre le chemin parcouru depuis une représentation personnelle des élèves vers une théorisation de la notion de pente. Certes, ils ne sont pas parvenus à la définition mathématique de la pente. Cependant, ils ont fait du chemin et ont été capables de tendre à certaines définitions, faire évoluer leurs représentations et faire part d'abstraction. L'abstraction, sur le chemin de la théorisation, se retrouve dans les actes des élèves et est une forme de généralisation qui précède l'abstraction. En effet, lorsqu'ils sont capables de montrer plusieurs pentes, de les trier différemment, de mentionner les mots « profondeur, perspective ou angle », d'affirmer que pour prendre une pente en photo « il ne faut pas tricher » (pencher l'appareil), de prendre conscience que je peux être la pente, qu'il y a une multitude de points de vue et de pentes, de comprendre qu'un objet rond n'a ni profil ni face ou encore que la troisième photo de Greta peut être classée dans différents groupes car elle montre deux pentes différentes, tout cela démontre différents aspects acquis par les élèves au fil du processus d'apprentissage.

4.3.6 Autre chemin pour la symbolisation

Cette étude documente le chemin parcourus par des élèves vers la symbolisation de la notion de pente. Discuter, réfléchir, argumenter en groupe est-ce une aide vers la question de l'abstraction et la symbolisation ?

Un groupe témoin serait nécessaire pour pouvoir répondre scientifiquement à cette question. Néanmoins, il est possible d'affirmer que cette manière de procéder est fonctionnelle. La photo est médiatrice de l'expérience et permet de générer le dialogue. La possibilité d'exposer son point de vue au travers d'un instrument commun, d'un questionnement commun et d'un objet similaire à chacun permet dans une certaine mesure de matérialiser sa conception et d'en faire part aux autres. Ceux-ci peuvent alors intervenir sur notre vision du monde et ce dans un cadre pédagogique bien clair.

Ce dispositif pédagogique permet assurément une nouvelle entrée dans l'apprentissage. Les élèves ont été acteur de leurs progrès, ils ont manipulé, essayé. La forme de la mise en commun impliquait inévitablement tout le monde. Chacun a dû participer, s'impliquer, ce qui permet de comprendre le changement de représentation ainsi que de le favoriser.

5. CONCLUSION

5.1 Réponse à la question de recherche

Nous pouvons donc conclure que les représentations des élèves ont évolué au fil du processus. Comment ? Il y a assurément plusieurs explications probables.

Les photographies, au centre de cette étude, ont favorisé les interactions. Les élèves ont pu se forger leur avis en fonction de celui des autres, trier, mettre un processus de côté ou apprendre ce qu'ils estimaient concluant. L'exercice était ludique, les élèves étaient toujours ravis d'avoir l'opportunité d'utiliser des appareils photos reflex. L'exercice a été prenant, expliquer et devoir justifier son point de vue face à ses camarades n'est pas une tâche anodine. La dynamique de groupe « inclusive » a rendu l'activité captivante pour chacun. L'exercice était sans jugement, sans intervention de l'enseignant qui validait ou non les dires des élèves, les interactions se sont déroulées sans pression et les arguments ont pu être exposés, aucune gêne apparente d'être en désaccord n'a été perçue. L'exercice a été encadré, l'enseignant a suivi une trame, recadré le dialogue tout en restant légèrement en retrait, en essayant d'être au maximum un participant comme les autres. Son rôle a été néanmoins central dans la conduite des débats.

Cette recherche montre également la capacité d'aborder une notion par un autre chemin que par la didactique conventionnelle. Alors comment ce mode de travail modifie-t-il les représentations des élèves ? Cette forme de travail pousse-t-elle les élèves à changer une expérience autocentrée ?

Les élèves se sont confrontés les uns aux autres et malgré leurs différences de points de vue, de connaissances mathématiques, ils avaient tous les mêmes outils à disposition pour justifier leurs points de vue. Cette configuration a mis tous les élèves sur un pied d'égalité et le débat a pu prendre forme facilement. Cela leur a également permis de s'ouvrir à l'avis de l'autre. A leur âge, où le jugement d'autrui a tant d'importance, il a probablement été plus facile d'accepter la critique d'autrui au sujet d'un objet (une photo) que si elle avait été énoncée dans le cadre d'un exercice mathématique traditionnel. La remise en question personnelle, le changement de point de vue, la construction d'un savoir commun, l'abstraction ou encore la symbolisation ont été favorisés.

Cependant, le travail a également permis d'identifier les difficultés et les limites de cette préparation au codage mathématique. Les élèves ont eu beaucoup de difficultés à verbaliser leurs actions. Les descriptions verbales des photos ont démontré la complexité que représentait cette tâche. Les élèves manquaient probablement de vocabulaire spécifique afin de décrire ce qu'ils souhaitaient exprimer. Il a été complexe pour eux d'avancer dans ce domaine sans éclairage théorique. Toutefois, d'autres critères ont permis d'identifier une progression dans les apprentissages : une capacité d'abstraction et des modifications des représentations des élèves.

Finalement, cette recherche enrichit ce que propose Small (2018) : aborder *la notion* au travers de différentes situations concrètes pour gentiment se tourner vers une *compréhension plus conceptuelle*.

5.2 Pour aller plus loin

Quelle suite pour une étude telle que celle-ci ? Un prolongement possible serait d'imaginer d'autres activités pédagogiques actives permettant d'aborder des notions mathématiques pour réfléchir, confronter et faire évoluer des représentations s'ancrant dans le réel.

Un autre moyen d'ouvrir cette réflexion serait d'aborder la notion de pente avec deux classes. L'une ayant participé à tout le processus et l'autre non. Il paraît intéressant d'observer en quoi l'expérience photographique favorise l'acquisition de la notion de pente et la facilité à coder en

langage mathématique. En effet, avoir vécu la pente, s'être frotté à elle et s'être confronté aux différents points de vue de ses camarades permet-il une entrée facilitée dans la notion de la pente mathématique ?

L'enseignant, qui faisait partie de l'expérience, a-t-il beaucoup influencé les élèves ? Un autre enseignant adopterait une autre posture. Il gèrerait les moments d'échange et la dynamique de groupe différemment. De même pour la description et le choix de ses photos. Ces changements modifieraient-ils significativement les résultats du travail ?

5.3 Les limites

Cette recherche a été menée par un seul chercheur. J'ai écrit la problématique, construit le cadre théorique, récolté les données et puis les ai analysées. Les élèves questionnés sont des élèves que je côtoie régulièrement. Ces éléments soulèvent inévitablement la question de l'objectivité. Malgré toutes les précautions prises il est inévitable que mon jugement personnel ait influencé certaines perceptions, certains choix, certaines questions ou interventions lors de la récolte des données.

Les conclusions de la recherche se basent uniquement sur les données provenant de sept élèves. Il est important de souligner que les conclusions et la réponse à la question de recherche sont un reflet du travail de ces sept élèves et en aucun cas des conclusions généralisantes. Afin de les obtenir, il serait nécessaire de travailler avec un bassin de population plus grand, des élèves de plusieurs collèges et évidemment une recherche menée par plusieurs personnes, afin de garantir la plus grande exhaustivité possible.

5.4 Pour l'enseignant spécialisé

Après la récolte des données, nous avons continué le thème de la pente avec les élèves. J'ai constaté un intérêt particulier de ceux-ci à approfondir le sujet car le processus de recherche mis en place a soulevé plusieurs questions auxquelles ils n'ont pas eu de réponse. Le processus voulait qu'aucune théorie ne soit donnée par l'enseignant. Lorsque nous avons étudié le concept de la pente les élèves étaient motivés à savoir qu'ils allaient pouvoir obtenir des réponses à leurs questionnements. L'entrée dans la matière a été simplifiée puisqu'ils ressentaient un intérêt à en savoir plus.

Un enseignant spécialisé peut s'inspirer de ce travail afin de transposer cela à d'autres apprentissages que la pente. Mes conseils sont les suivants :

- Ancrer autant que faire se peut l'apprentissage dans le réel. L'élève est directement en contact avec le sens de la notion et a la possibilité de la vivre avec son corps.
- Travailler à partir des représentations des élèves et les faire évoluer collectivement dans une mise en jeu des points de vue.
- Utiliser le tri/classement pour en dégager des critères d'une définition

5.5 Mon expérience

Avoir la chance d'expérimenter avec mes propres élèves dans un cadre scientifique a été fabuleux. J'ai eu l'opportunité d'explorer un projet¹⁵ que je souhaitais mettre en place dans ma classe en ayant une rigueur théorique et une analyse a posteriori. Cela m'a permis de me lancer avec un bagage théorique et d'en ressortir avec des idées éclaircies sur les possibilités et les limites d'un tel dispositif. De plus, partager ces moments d'apprentissages moins conventionnels me poussent à en mettre en place d'autres, essayer, tester. C'était également

¹⁵ Lier la photographie aux mathématiques

l'occasion de découvrir les élèves sous un autre angle, leur laisser davantage de place. Cela aura des répercussions sur mon enseignement futur.

J'ai également découvert le potentiel et la richesse de la littérature. Cela s'inscrit dans un processus vécu tout au long de mon Master. Je dois reconnaître que je ne lisais que très peu de littérature pédagogique auparavant. Ce travail a été celui qui m'a poussé le plus à m'y confronter. J'ai apprécié sa simplicité d'accès et d'avoir appris à y chercher des sources pertinentes pour mes travaux. Tout cela m'invite à m'y plonger plus régulièrement à l'avenir. Ce travail m'a également confronté à moi-même, bien au-delà de tout aspect pédagogique. Comment me motiver ? Où trouver du sens ? Quel est le sens ? Suis-je compétent ? Vais-je y arriver ? Ce genre de questions a été largement présentes durant toute la durée du travail. Cela m'a également permis de me découvrir personnellement un peu plus, me connaître différemment et assurément de faire un petit bout de chemin de vie.

6. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bigando, E. (2013). *De l'usage de la photo elicitation interview pour appréhender les paysages du quotidien : Retour sur une méthode productrice d'une réflexivité habitante*. Cybergeogeo. <https://doi.org/10.4000/cybergeogeo.25919>
- Debat, M. (2021). *La Photographie : Essai pour un art indisciplinable*. Saint-Denis : Presses universitaires de Vincennes.
- Delefosse, M. & del Rio Carral, M. (2017). *Les méthodes qualitatives en psychologie et sciences humaines de la santé*. Paris: Dunod.
- Favre, J.-M., & Christinat, C. T. (2007). *Chapitre 5. La calculette : Un outil médiateur de la relation ternaire dans l'enseignement spécialisé*. De Boeck Supérieur. <https://www.cairn.info/environnements-informatiques--9782804153656-page-95.htm>
- Foley, R.-A. (2016). *Chapitre 6. L'observation*. Armand Colin. <https://www.cairn.info/les-recherches-qualitatives-en-sante-2016--9782200611897-page-118.htm?ref=doi>
- Hatchuel, F. (2000). *Apprendre à aimer les mathématiques : Conditions socio-institutionnelles et élaboration psychique dans les ateliers mathématiques*. Paris cedex 14: Presses Universitaires de France.
- Kadi, M., Ben Abid-Zarrouk, S. & Coulibaly, B. (2019). Intégration des TIC et innovation pédagogique: Le cas particulier des écoles de Mulhouse. *Spirale - Revue de recherches en éducation*, 63, 139-155. <https://doi.org/10.3917/spir.063.0139>
- Kivits, J., Balard, F., Fournier, C., & Winance, M. (2016). *Les recherches qualitatives en santé*. Armand Colin <https://www.cairn.info/les-recherches-qualitatives-en-sante--9782200611897.htm>
- Labourdette, B. (2018). L'éducation aux images 2.0. *L'Observatoire*, 51(1), 72-75.
- Lebrun, M. (2007). *Théories et méthodes pédagogiques pour enseigner et apprendre*. De Boeck Supérieur. <https://doi.org/10.3917/dbu.lebru.2007.02>
- Lévy, P. (1991). *L'idéographie dynamique : Vers une imagination artificielle ?* La Découverte.

- Lieury, A. (2015). Cinq questions clés sur la motivation. *Sciences Humaines*, 268, 22-22.
<https://doi.org/10.3917/sh.268.0022>
- Lily (2021, octobre 30). Quels sont les différents plans d'une photo ? Photo Passion.
<https://www.photopassion.fr/quels-sont-les-differents-plans-dune-photo/>
- Meirieu, P. (2016). Peut-on susciter le désir d'apprendre ? *Sciences Humaines*, 268(3), 152-158.
- Morandi, F., & Borderie, R. L. (2001). *L'éducation nouvelle et les pédagogies actives*. Éducation, 49-78.
- MSN 33. (s. d.). plandetudes.ch. Consulté 6 avril 2022, à l'adresse
https://www.plandetudes.ch/msn_33
- Nieuwenhoven, C. V., Vriendt, S. D., & Hanin, V. (2019). *L'enfant en difficulté d'apprentissage en mathématiques*. De Boeck Supérieur. <https://www.cairn.info/l-enfant-en-difficulte-d-apprentissage--9782353274260.htm>
- Plaisance, É. (2019). *Le numérique par et pour l'éducation inclusive*. La nouvelle revue - Éducation et société inclusives, 87(3), 165-176.
- Rabah, A. (2018). *Au fait, ça veut dire quoi numérique ?* LeMondelInformatique.
<https://www.lemondeinformatique.fr/actualites/lire-au-fait-ca-veut-dire-quoi-numerique-70408.html>
- Sifer-Rivière, L. (2016a). *Chapitre 4. Enquêter par entretien : Se saisir du discours et de l'expérience des personnes*. Armand Colin. <https://www.cairn.info/les-recherches-qualitatives-en-sante-2016--9782200611897-page-86.htm?ref=doi>
- Sifer-Rivière, L. (2016b). *Chapitre 4. Enquêter par entretien : Se saisir du discours et de l'expérience des personnes*. Armand Colin. <https://www.cairn.info/les-recherches-qualitatives-en-sante--9782200611897-page-86.htm>
- Small, M. & Lin, A. (2014). *Bonnes questions : L'enseignement différencié des mathématiques*. Chenelière Education
- Small, M. (2018). *Grandes idées pour l'enseignement des mathématiques, 9 à 14 ans : Pour acquérir des bases solides afin de mieux accompagner les élèves*. Chenelière Education.

- Tisseron, S. (1996). *Le mystère de la chambre claire : Photographie et inconscient*. Belles Lettres : Archimbaud.
- Tisseron, S. (2002). *Les bienfaits des images*. Odile Jacob.
- Tisseron, S. (2017). Face aux défis de l'institution scolaire, l'école augmentée par le numérique. *Enfances & Psy*, 75(3), 108. <https://doi.org/10.3917/ep.075.0108>
- Verschaffel, L. & De Corte, E. (2008). *Chapitre 1. Apprendre et enseigner les mathématiques : un cadre conceptuel pour concevoir des environnements d'enseignement-apprentissage stimulants*. Dans : Marcel Crahay éd., *Enseignement et apprentissage des mathématiques : Que disent les recherches psychopédagogiques* (pp. 25-54). Louvain-la-Neuve : De Boeck Supérieur. <https://doi.org/10.3917/dbu.craha.2008.01.0025>
- Viguié-Vinson, S. (2017). Comment faire aimer les maths ? *Petite bibliothèque*, 55-58.
- Visinand Ward, A. (2019). *Mathématique cours FPS 2019 – HEP-BEJUNE* [Power Point].