



Les outils numériques au service de la démarche d'investigation : son appropriation et sa mise en oeuvre

Margaux Gelin

► To cite this version:

Margaux Gelin. Les outils numériques au service de la démarche d'investigation : son appropriation et sa mise en oeuvre. Education. 2022. dumas-03717216

HAL Id: dumas-03717216

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03717216>

Submitted on 8 Jul 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

CY Cergy Paris UNIVERSITÉ – INSPÉ de l'académie de Versailles

Site de Cergy Hirsch

Année universitaire 2021-2022

MÉMOIRE

Présenté en vue d'obtenir le **Master**

Mention : « Métier de l'Éducation, de l'Enseignement et de la Formation »

Parcours : professeur des écoles

Les outils numériques au service de la démarche d'investigation

Son appropriation et sa mise en œuvre

Margaux GELIN

Directeur de mémoire :

Monsieur Manuel DUMONT

Jury :

Matthieu CADOT

Manuel DUMONT

Date de soutenance :

24 mai 2022

Remerciements

Je remercie tout d'abord mon binôme, ma tutrice terrain Carole ALIBERT qui a été d'une grande aide tout au long de cette année par son soutien psychologique et pédagogique. Ses précieux conseils et ses retours d'observation aident à prendre confiance en moi lors de ce parcours en alternance.

Je remercie tous mes professeurs de l'INSPE qui ont su être présents et rassurants. Je remercie tout particulièrement Monsieur DUMONT qui m'a suivie pour l'élaboration de ce mémoire. Tout en me laissant libre dans la direction que prenait celui-ci, il a su me guider à travers mes doutes, mes questionnements et les difficultés rencontrées.

Je tiens aussi à remercier mes proches qui m'ont soutenue tout au long de cette difficile année : mes parents, mes amis et mon conjoint qui m'ont permis de rester motivée jusqu'au bout.

Résumé

L'objectif de ce mémoire est de montrer comment les outils numériques peuvent aider à la fois les élèves et l'enseignant. Bien que l'usage du numérique ne fasse pas l'unanimité, on lui reconnaît certains effets positifs sur la motivation, l'investissement et par conséquent sur l'apprentissage des élèves. De plus, les outils numériques constituent une aide précieuse pour la préparation et la mise en place de séances de sciences par un enseignant débutant.

Mots-clés : Tableau numérique interactif, sciences et technologies, démarche d'investigation, outils numériques, apprentissage constructif des élèves, Logiciel Worskspace, Learningapps, simulateur.

Abstract

The aim of this brief is to show how digital tools can help both students and teachers. Today, digital use by students is not unanimously approved but one should not forget its positive impact on their motivation and investment, thus on their learning. Furthermore, digital tools can be worthy supports for preparation and set up of scientific lessons for junior teachers.

Keywords: interactive digital board, Science and technology, investigative approach, digital tools, constructive learning, Workspace software, Learningapps and simulator.

Table des matières

Remerciements	2
Résumé	3
Abstract.....	4
Table des matières	5
Liste des tableaux	6
Liste des figures.....	7
Liste des annexes	8
Introduction.....	9
I. La démarche d'investigation et le numérique à l'école.....	10
I.1. La démarche d'investigation à l'école	10
I.2. Le numérique à l'école.....	14
II. Etude du lien entre la démarche d'investigation et le numérique.....	18
II.1. Lien entre les outils numériques et la démarche d'investigation	18
II.1.1. <i>Le numérique et l'apprentissage scolaire</i>	18
II.1.2. <i>Le numérique et la démarche d'investigation</i>	19
II.2. Dispositif mis en place	21
II.2.1. <i>Le contexte</i>	21
II.2.2. <i>L'expérimentation sur deux séquences de sciences</i>	23
II.2.2.1. La séquence de nutrition.....	23
II.2.2.2. La séquence sur le volcanisme.....	26
III. Analyse	28
III.1. L'intégration d'outils numériques favorise-t-elle l'appropriation de la démarche d'investigation par les élèves ?	28
III.2. L'utilisation d'outils numériques facilite-t-elle la mise en œuvre de la démarche d'investigation par l'enseignant débutant ?.....	32
Conclusion.....	37
BIBLIOGRAPHIE	39
Annexes	41

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les compétences du socle commun travaillées lors la démarche d'investigation. ..	13
Tableau 2 : Les compétences liées aux outils numériques selon les enseignements.	17
Tableau 3 : Le temps et le taux de réussite concernant la recherche sur le volcan La Palma selon si le support est numérique ou papier.	30
Tableau 4 : Elaboration d'hypothèses d'un élève de CM1 selon la séquence.	31

Liste des figures

Figure 1 : Le tableau pédagogique de Jean HOUSSAYE	10
Figure 2 : Pourcentages d'enseignants du 1er degré déclarant laisser fréquemment ou toujours les élèves. (Source : TALIS 2018 OCDE)	15
Figure 3 : Nombre d'élèves moyen par poste informatique selon le niveau de scolarisation (Source : enquête ETIC 2018-2019, Depp-DNE, MENJ, traitement Cnesco (2020))	16
Figure 4 : Niveau d'équipement informatique des écoles primaires selon l'appartenance à un réseau (Source : enquête ETIC 2018-2019, Depp-DNE, MENJ, traitement Cnesco (2020)).	16
Figure 5 : Niveau d'équipement informatique des écoles primaires en fonction du type de territoire (Source : enquête ETIC 2018-2019, Depp-DNE, MENJ, traitement Cnesco (2020))......	16
Figure 6 : répartition des mots pour les synthèses	35
Figure 7: Le multi-agenda de Dominique BUCHETON.....	36

Liste des annexes

Annexe 1 : Grille d'évaluation de Mathilde BOUET.....	19
Annexe 2 : Emploi du temps CM1-CM1 - école du Village de Vauréal - 2021-2022.....	21
Annexe 3 : Fiches préparatoires séances 3, 4, 5, 8 et 11 de la séquence nutrition.....	24
Annexe 4 : Fiche préparatoire séquence volcanisme.....	26
Annexe 5 : Fiche de renseignement à remplir sur le volcan La Palma.....	30
Annexe 6 : Tableau d'évaluation des compétences scientifiques - cycle 3.....	31
Annexe 7 : Photos du cahier d'expériences de Steeve.....	31
Annexe 8 : Trace écrite séance 7-séquence nutrition et séance 8-séquence volcanisme.....	35

Introduction

Les sciences occupent une place importante au sein de mon cursus scolaire. En effet, après avoir eu mon baccalauréat scientifique, j'ai obtenu une licence de chimie organique avant d'obtenir un master environnement. Comprendre les phénomènes scientifiques autour de moi et lutter pour le respect de l'environnement font partie intégrante de ma personnalité. Sans compter mon souhait de transmettre des valeurs et de participer au monde de demain. Mon parcours a naturellement pris la direction de l'Éducation nationale.

Lors de cette 2^{ème} année de master MEEF 1^{er} degré en alternance, mon binôme titulaire de la classe, également issue d'un parcours scientifique, m'a gentiment cédé la préparation et l'enseignement des sciences. Sa bienveillance m'a permis de débiter dans des conditions plus que confortables en enseignant une discipline qui me rassurait. Son investissement et son soutien dès le début de l'année scolaire nous ont permis de partager et d'échanger sur de nombreux sujets, dont la démarche d'investigation en sciences. Elle m'a fait découvrir cette méthode et m'a permis de me l'approprier en attendant que je réalise, seule, ses bienfaits sur les élèves et sur moi-même.

C'est pourquoi, il m'apparaissait comme une évidence de rédiger mon mémoire sur le thème des sciences et en particulier sur la démarche d'investigation.

Ma mère étant enseignante, je n'étais pas vierge de représentations concernant le métier. Je n'ai aucun souvenir d'elle travaillant avec des outils numériques. Malgré moi, j'avais l'image, légèrement dépassée, que l'enseignement et le numérique n'interféraient pas. Du moins, je n'y avais jamais réellement réfléchi. Sous l'impulsion de mon binôme, j'ai exploré les outils numériques mis à disposition et je les ai intégrés rapidement dans ma pratique de classe y compris dans la démarche d'investigation en sciences.

Rapidement, des questionnements sont apparus : les outils numériques avaient-ils un réel impact sur la démarche d'investigation ? Sur ma posture d'enseignante ? Allaient-ils aider les élèves dans la démarche ? Et m'aider à la mettre en place ? D'une façon générale : **comment l'usage des outils numériques peut-il aider d'une part les élèves du cycle 3 à s'approprier la démarche d'investigation et d'autre part un enseignant débutant à développer des gestes professionnels ?**

Dans un premier temps, il s'agira de s'interroger sur la place de la démarche d'investigation et du numérique à l'école, de nos jours. Dans un second temps en s'appuyant sur les études réalisées sur le sujet, il s'agira d'expliquer le dispositif mis en place en classe. Dans un dernier temps, il s'agira d'analyser les impacts du numérique au service de la démarche d'investigation sur les élèves mais aussi sur la posture d'un enseignant débutant.

I. La démarche d'investigation et le numérique à l'école

I.1. La démarche d'investigation à l'école

La pédagogie transmissive place le professeur en tant que transmetteur du savoir et l'élève comme récepteur. Les résultats positifs de cette pédagogie ne dépendent que de l'attention et de la motivation de l'élève. Mais si ce n'est pas le cas, y-a-t-il réellement transmission de savoir ?

Les Sciences sont un ensemble de notions complexes, surtout du point de vue de l'élève de primaire. Cette discipline demande une charge de travail importante et une réflexion intense qui peuvent mener à l'incompréhension. Le risque étant la démotivation et le désintérêt des élèves pour cette discipline.

L'alliance entre pédagogie transmissive et les sciences ne semble donc pas cohérente. Si l'enrôlement de l'élève pour les sciences est compliqué ceci générera de la passivité, ce qui rendra difficile l'acquisition des compétences et des connaissances visées.

Il faut donc trouver un équilibre entre l'élève, l'enseignant et le savoir pour s'inscrire dans une réelle pédagogie. Jean HOUSSAYE l'explique très bien (Source 1) : « la relation didactique est le rapport qu'entretient l'enseignant avec le savoir et qui lui permet d'ENSEIGNER, la relation pédagogique est le rapport qu'entretient l'enseignant avec l'étudiant et qui permet le processus FORMER, enfin la relation d'apprentissage est le rapport que l'élève va construire avec le savoir dans sa démarche pour APPRENDRE. »

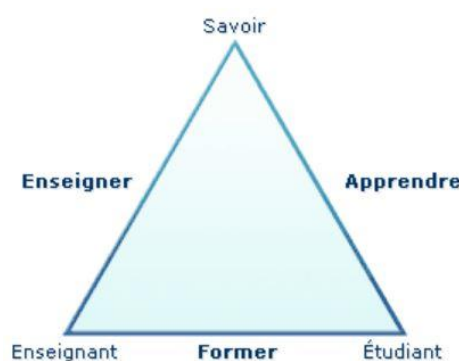


Figure 1 : Le tableau pédagogique de Jean HOUSSAYE

Selon Jean PIAGET (Source 2), psychologue essentiellement connu pour sa recherche sur la psychologie du développement, l'apprenant doit être acteur de son apprentissage pour réellement acquérir des connaissances. Gérard DE VECCHI (Source 3), maître de conférences en sciences de

l'éducation ainsi que formateur d'enseignants (tous niveaux) et de formateurs, affirme que la base de l'apprentissage est la conception des élèves. En effet, ils ne sont pas vierges de représentations. Si l'enseignant essaye de construire le savoir « par-dessus » les conceptions des élèves, celles-ci altéreront leur perception de la réalité. Les élèves finiront par revenir à leurs propres représentations en effaçant les savoirs transmis. Il faut alors déconstruire les représentations pour reconstruire un savoir vrai. D'autre part, DE VECCHI a souligné le fait qu'un apprentissage scientifique passait par son appropriation tel un problème personnel. Jean-Pierre ASTOLFI et Michel DELEVAY (Source 4), eux, disent que le savoir se construit lors d'un conflit cognitif (désaccord de la pensée avec elle-même ou avec les faits). Or le conflit cognitif, en classe, apparaît lors d'une confrontation des résultats et du débat qui en émerge.

Plusieurs recherches ont mené les sciences vers la démarche d'investigation. On y retrouve l'élève acteur, le recueil de représentations, l'appropriation du problème scientifique et la confrontation des connaissances et des expériences des élèves. La démarche d'investigation est donc un outil de pédagogie constructive essentiellement reliée aux sciences mais qui pourrait s'appliquer à d'autres matières. Apparue en 2002 dans les programmes scolaires de l'école élémentaire, cette démarche se décompose en six étapes (Source 5) :

- La situation déclenchante : elle est le point de départ de la notion à travailler en s'appuyant sur un phénomène de la vie quotidienne ou sur une énigme à résoudre à travers des documents ou de l'observation. Pour que les élèves soient enrôlés dès le début de l'activité, cette étape doit donner du sens aux élèves et susciter leur intérêt. Elle ne doit donc pas être ni trop facile ni trop difficile.
- Le questionnement : la situation déclenchante amène les élèves à se questionner sur l'origine, la cause, le devenir, la conséquence, la relation causale ou le mécanisme concerné. En collectif, il faudra trier leurs questions et en faire ressortir UNE problématique. De cette façon, les élèves s'approprient le problème scientifique dont l'objectif de la démarche d'investigation est d'y répondre.
- L'élaboration d'hypothèses et argumentation : lors de cette étape, les élèves formulent des hypothèses qui sont pour eux des solutions possibles au problème. Celles-ci doivent être évidemment vérifiables : sans cela la démarche d'investigation n'aurait plus d'intérêt. C'est une étape de recherche et de production en autonomie et qui selon le contexte aboutira à la comparaison et au choix de certaines hypothèses. Ensuite, les élèves imaginent des stratégies, des protocoles pour les tester et les mettre à l'épreuve.
- La validation ou l'invalidation des hypothèses : c'est le corps de l'investigation. À travers des expériences, des études documentaires, des observations et/ou des recherches, les élèves vérifient leurs

hypothèses. Grâce à l'expérimentation, les élèves acquièrent des résultats, les interprètent, les communiquent et les confrontent. Pour établir un lien entre les résultats et le problème scientifique, les élèves doivent dialoguer (débatte, proposer, convaincre, se mettre d'accord...), ils construisent à ce moment-là le nouveau savoir. Ainsi ils peuvent valider ou non l'hypothèse : si elle est valide le problème est résolu si elle est rejetée il faut reprendre la démarche d'investigation en changeant d'hypothèse.

-L'institutionnalisation : les élèves verbalisent et reformulent ce qu'ils ont appris lors de la démarche d'investigation, tant au niveau méthodologique qu'au niveau des résultats obtenus.

-La mobilisation des connaissances : après avoir vérifié l'acquisition des savoirs par les élèves au travers d'exercices et d'une évaluation (formative ou sommative), les élèves peuvent être amenés à réinvestir leurs connaissances lors d'un autre problème ou d'une situation de la vie quotidienne ou encore dans une situation de transversalité.

Lors de ces 6 étapes, l'enseignant prépare les séances, organise la classe et prévoit le matériel. Il s'adapte aux élèves en respectant à la fois le programme scolaire et en tenant compte de leurs expériences et de leurs représentations. Le plus important reste la situation déclenchante : elle doit motiver et accrocher les élèves mais ne doit pas être ni trop générale ni trop précise. Tout au long de la démarche d'investigation, la posture de l'enseignant est médiatrice : guidage, étayage, motivation des élèves pour qu'ils s'approprient le problème, reformulation, recentralisation vers le problème initial si le débat en diverge, exploitation du travail pour mettre en évidence les éléments de savoir, et évaluation formative. L'élève, quant à lui, est dans une posture d'expérimentation (au maximum en activité) : réaliser, décrire, communiquer, débattre, (se) poser des questions, observer, analyser, raisonner, échanger, rédiger pour soi et pour les autres.

L'objectif premier de la démarche d'investigation est l'acquisition de connaissances et de compétences. À travers son modèle constructif, les sciences deviennent attractives et les savoirs sont mieux construits. L'avantage est que tout le monde peut être acteur dans cette démarche et qu'elle permet de donner du sens au monde qui nous entoure. Les élèves construisent des modèles selon leurs expériences personnelles or la démarche d'investigation les enrichit au travers de nouvelles expériences. Les élèves mobilisent leur savoir, leur savoir-être et leur savoir-faire : l'autonomie, l'ouverture d'esprit aux autres et au monde, « la curiosité, la créativité, la rigueur, l'esprit critique, l'habileté manuelle et expérimentale, la mémorisation, la collaboration pour mieux vivre ensemble et le goût d'apprendre ». Ils développent des compétences liées à la démarche expérimentale comme la communication des résultats (croquis, dessin, schéma, tableau, graphique, photo annotée ou légendée...) et le cahier d'expériences mais aussi des compétences spécifiques à la démarche d'investigation comme la capacité à formuler des

hypothèses, l'élaboration d'expérimentation, la réalisation d'un débat argumenté mais aussi l'acquisition d'un vocabulaire et d'une attitude scientifique. (Source 6)

Néanmoins cette démarche a des limites. La plus importante est celle relative au manque de temps, en effet par soucis de respecter les programmes scolaires, l'enseignant peut manquer de temps dans la mise en place d'une telle démarche. Dans certains cas, l'écoute des élèves sans occulter leur réflexion et la progression des séances au rythme de leur compréhension et de leur appropriation demandent trop de temps et peuvent être atténuées. Des contraintes matérielles concernant les expérimentations nécessaires à la phase de recherche peuvent être également rencontrées.

L'enseignant doit prêter attention à la façon dont il répartit la parole lors des débats, il doit également être attentif aux justifications au travers de preuves afin d'éviter un débat stérile sur les opinions de chacun. La verbalisation des faits et des déductions doit être établie par les élèves pour éviter la pédagogie transmissive. Par ailleurs la démarche d'investigation peut être influencée par la géolocalisation de l'école mais aussi par l'intérêt des élèves et de l'enseignant sur la notion abordée. Elle se limite aussi aux connaissances et à la culture scientifique des élèves.

La démarche d'investigation s'inscrit dans le programme scolaire du cycle 3 par plusieurs compétences travaillées du socle commun.

Domaine du socle commun	Compétences travaillées du socle commun	Etape de la démarche d'investigation concernée
Domaine 1 : Les langages pour penser et communiquer.	Pratiquer des langages : le français à l'oral ou à l'écrit et des langages scientifiques.	Tout au long de la démarche d'investigation.
Domaine 2 : Les méthodes et outils pour apprendre.	-S'approprier et mobiliser des outils numériques. -S'approprier des méthodes scientifiques. -Trouver une source, chercher, et déterminer la pertinence d'une information.	La phase de questionnement et de validation des hypothèses.
Domaine 3 : La formation de la personne et du citoyen.	-Respect des règles d'hygiène, de sécurité et d'environnement. -Adopter un regard critique.	-Tout au long de la démarche d'investigation. -La confrontation des résultats.
Domaine 4 : Les systèmes naturels et les systèmes techniques.	-Se questionner et chercher les réponses. -Pratiquer des démarches scientifiques et technologiques. -Concevoir, créer et réaliser.	-L'appropriation du problème. -Durant la phase de recherches. -Durant l'expérimentation.
Domaine 5 : Les représentations du monde et l'activité humaine.	-Adopter un comportement éthique et responsable. -Concevoir, créer et réaliser.	-Tout au long de la démarche d'investigation. -L'expérimentation.

Tableau 1 : Les compétences du socle commun travaillées lors la démarche d'investigation.

I.2. Le numérique à l'école

La Technologie de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement (TICE) est un terme utilisé par l'Éducation nationale qui regroupe les outils numériques utilisés pour enseigner. Aujourd'hui, il est question d'éducation ou d'école numérique. Il est assez clair que le numérique ne doit pas faire preuve d'un enseignement à part entière mais qu'il est utilisé comme outil pour d'autres enseignements. Les différents outils numériques revêtent des formes différentes : des logiciels, des tableaux numériques interactifs (TNI), des tableaux blancs interactifs (TBI), des téléphones portables, des manuels numériques, des jeux vidéo, des vidéos, des tablettes, des ordinateurs, Internet et des moteurs de recherche, des supports numériques pour la lecture et l'écriture et la robotique éducative pour initier à la programmation (Scratch).

D'après les études du Cnesco (Centre National d'étude des systèmes scolaires) (Source 7), le numérique à l'école voit le jour dans les années 1970 avec les « micromondes » partie intégrante de la pédagogie active qui participe à l'autonomie de l'élève. Dans les années 1980, en France, le « cabri géomètre » apparaît dans les classes pour aider les élèves en géométrie dans l'espace grâce à l'animation des figures. C'est dans les années 1990 que les outils numériques sont réellement intégrés à l'école. Après le « plan du numérique pour tous » lancé en 1985, le numérique devient un support à l'enseignant et l'enseignement sans chercher à les remplacer. Durant les années 2000, le numérique subit un essor mondial avec la création et l'utilisation presque instantanée des réseaux sociaux. Les enfants des années 2000 sont la génération « numérique », née avec ces outils dans les mains. Ils se les approprient et les utilisent dès le plus jeune âge. C'est alors que l'Éducation nationale réagit en créant le Plan Numérique pour l'Éducation (PNE) qui deviendra l'Éducation aux Médias et à l'Information (EMI). Il est question de sécuriser l'emploi des outils numériques à l'école comme à la maison tout en développant des apprentissages ludiques. L'usage du numérique n'est plus seulement synonyme d'amusement et de communication. L'innovation technologique des dernières décennies a été un atout pour l'Éducation nationale mais n'aboutit pas forcément à une innovation pédagogique. De nombreux didacticiens comme Franck AMADIEU et André TRICOT (Source 8) indiquent que les outils numériques ne sont pas moteur de nouvelles méthodes pédagogiques.

Aujourd'hui, l'usage du numérique à l'école semble apprécié et utile. À travers les Environnements Numériques de Travail (ENT), il peut faciliter et rendre plus efficace la relation école-famille mais aussi l'école à distance, ce qui, dans le contexte sanitaire actuel n'est pas négligeable.

Le dossier de synthèse du Cnesco (Source 9) montre que malgré ce développement en France, les enseignants sont certes plus nombreux à utiliser les outils numériques mais pas nécessairement en classe

avec les élèves. Il est devenu banal qu'un enseignant utilise Internet ou des manuels numériques pour préparer ses séances mais l'usage quotidien en classe reste faible comparé à d'autres pays comme nous l'indique une étude de TALIS en 2018.

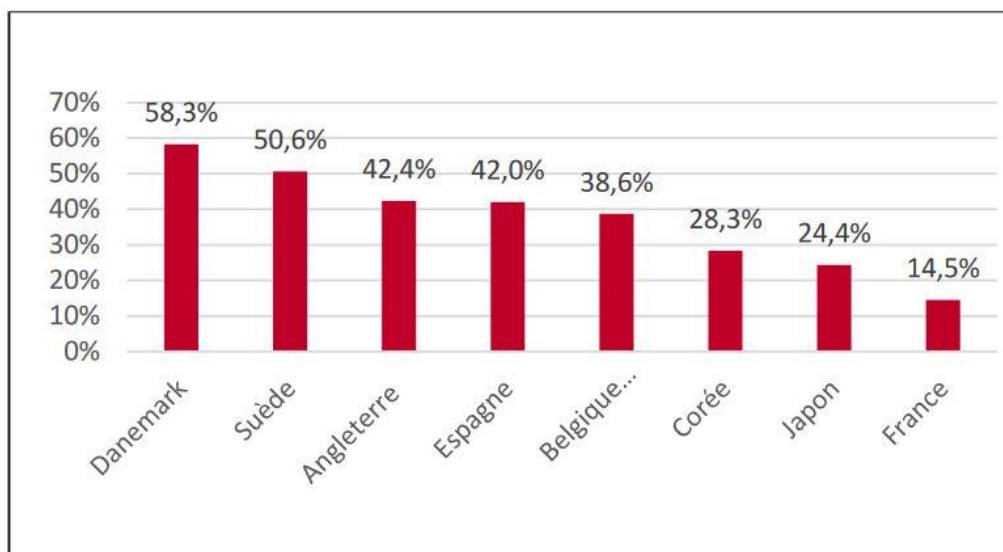


Figure 2 : Pourcentages d'enseignants du 1er degré déclarant laisser fréquemment ou toujours les élèves. (Source : TALIS 2018 OCDE)

L'état des lieux en France est tel que l'usage des outils numériques par un enseignant du 1^{er} degré se limite pour des raisons :

-De connaissances : La formation des enseignants est faible sur les outils numériques qu'il peut rencontrer dans sa carrière. Outre l'appropriation de l'outil, il faut que la ressource soit fiable et pertinente.

-De temps : L'usage des outils numériques demande l'appropriation et la compréhension du fonctionnement par l'élève. Il faut donc prévoir des séances méthodologiques pour que l'élève découvre l'outil et puisse s'en servir en autonomie tout au long de l'année. Il faut aussi faire attention aux aspects psychologiques et ergonomiques que peuvent entraîner l'usage des outils numériques.

-De connexion : La connexion Internet n'est pas la même sur tout le territoire français. Dans certaines villes, l'absence ou le faible débit de connexion Internet peut freiner l'usage de certains d'outils numériques.

-De matériel : Parfois la mise en place de certains outils numériques est compliquée voire impossible par manque d'équipement.

Les inégalités mises en avant par le Cnesco dépendent essentiellement de l'enseignement primaire ou secondaire, de la géolocalisation et des zones prioritaires.

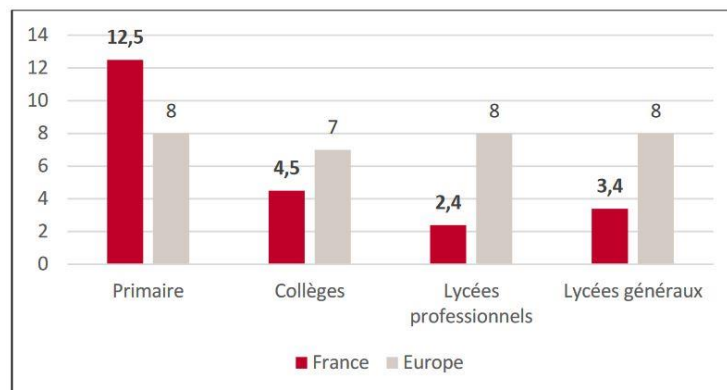


Figure 3 : Nombre d'élèves moyen par poste informatique selon le niveau de scolarisation
(Source : enquête ETIC 2018-2019, Depp-DNE, MENJ, traitement Cnesco (2020))

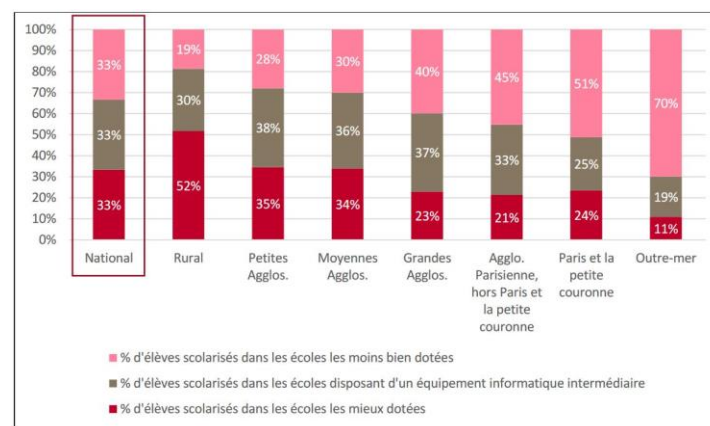


Figure 4 : Niveau d'équipement informatique des écoles primaires selon l'appartenance à un réseau (Source : enquête ETIC 2018-2019, Depp-DNE, MENJ, traitement Cnesco (2020)).

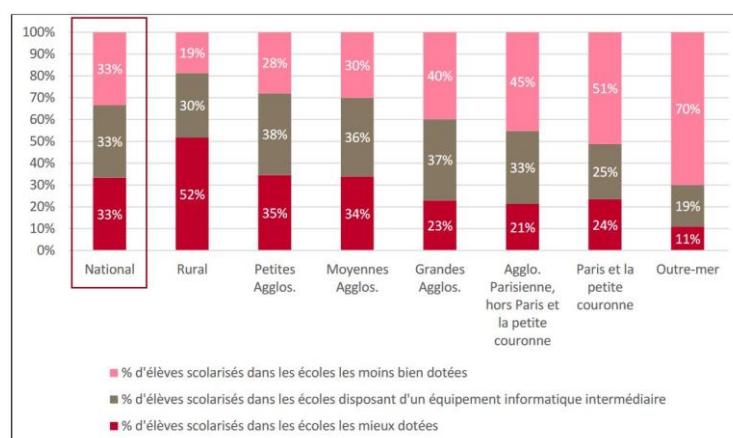


Figure 5 : Niveau d'équipement informatique des écoles primaires en fonction du type de territoire (Source : enquête ETIC 2018-2019, Depp-DNE, MENJ, traitement Cnesco (2020)).

Nous pouvons conclure que les écoles primaires sont en général sous-équipées plus particulièrement dans les grandes agglomérations (les banlieues plutôt que les métropoles concernées), les départements d'Outre-mer et les zones prioritaires sont souvent moins bien équipés que les milieux ruraux. On retrouve aussi une inégalité selon le statut professionnel et financier des parents de l'élève. Si ce statut le permet, la présence d'équipements à la maison et la fréquence d'utilisation faciliteront l'usage du numérique à l'école pour ces enfants.

Depuis 2015, l'EMI est présente dans les programmes scolaires et est étroitement liée aux enseignements scientifiques et dans le parcours citoyen. Elle s'inscrit essentiellement au sein du domaine 2 du socle commun : les méthodes et outils pour apprendre par la maîtrise des techniques et règles des outils numériques. Ils s'inscrivent aussi dans le domaine 4 : Les systèmes naturels et techniques par la formation de l'élève à la résolution de problèmes.

Mis à part le lien étroit entre outils numériques et les sciences qui s'explique par les différentes étapes de la démarche d'investigation, l'usage du numérique est conseillé aussi pour d'autres enseignements.

Enseignements	Compétences liées aux outils numériques
Langues vivantes	Utiliser des supports et outils numériques (fichiers mp3, mp4, écrans, etc.) pour écouter et comprendre. Utiliser des supports et outils numériques (pages web, écrans, etc.) pour lire et comprendre.
Education musicale	Manipulation d'objets sonores à l'aide d'outils numériques appropriés.
EPS	Utiliser des outils numériques pour observer, évaluer et modifier ses actions.
EMC	La charte sur l'usage numérique.
Histoire et géographie	Apprendre à utiliser les outils numériques qui peuvent conduire à des réalisations collectives.
Mathématiques	L'usage de logiciels de calcul et de numération permettant d'approfondir les connaissances des propriétés des nombres et des opérations.

Tableau 2 : Les compétences liées aux outils numériques selon les enseignements.

II. Etude du lien entre la démarche d'investigation et le numérique

II.1. Lien entre les outils numériques et la démarche d'investigation

II.1.1. Le numérique et l'apprentissage scolaire

Dans son mémoire pour l'ESPE de l'académie de Versailles à Cergy-Pontoise : *Instrumenter sa pratique pédagogique autour de ressources et d'outils numériques*, Mathilde BOUET se questionne sur les impacts des outils numériques sur l'apprentissage scolaires des élèves (Source 10).

Après avoir décrit l'ère du numérique dans laquelle nous évoluons, Mathilde BOUET appuie la présence des outils numérique dans les programmes de tous les cycles à travers l'EMI. Au cycle 2, cela se traduit par le développement de l'esprit critique en questionnant le monde tandis qu'au cycle 3 les notions de sources d'information et de pertinence sont incluses. De la maternelle au lycée, les élèves sont donc éduqués aux médias et aux outils numériques afin de les utiliser en toute sécurité et de façon optimale. Le codage fait partie intégrante des programmes scolaires puisqu'il a été prouvé que les jeux sérieux participaient à l'apprentissage. En effet, les jeux aident à développer chez l'élève l'esprit de logique, la résolution de problèmes, le travail collaboratif et la motivation.

Cependant l'usage des outils numériques demande parfois un changement du fonctionnement de la classe, le mode d'évaluation évolue et il nécessite une formation de l'enseignant et la maîtrise de l'outil par celui-ci.

Mathilde BOUET a reporté plusieurs études sur l'apprentissage scolaire et sa corrélation avec la motivation. Pour un apprentissage optimal (le socio-constructivisme par WALLON et BRUNER), il faudrait déconstruire les représentations des élèves pour qu'ils reconstruisent un nouveau savoir ensemble et en activité. En effet, la construction d'un nouveau savoir en groupe (en collaboration) mène à un conflit socio-cognitif et donc à une meilleure intégration du nouveau savoir.

Sans motivation, l'élève ne pourra pas s'engager ni dans l'activité, ni dans le groupe et donc ni dans l'apprentissage.

D'après Rolland VIAU, la motivation d'un élève dépend de trois piliers : la perception de la valeur de l'activité (l'activité doit avoir un sens pour l'élève), la perception de sa compétence (l'élève doit se sentir capable de faire l'activité) et la perception de contrôlabilité (l'élève doit pouvoir contrôler l'activité, ne pas se sentir dépassé).

Les outils numériques pourraient favoriser la collaboration entre les élèves et donc leurs apprentissages. Mais il faut faire attention à ce que leur usage ait réellement un sens aux yeux des élèves et qu'ils se soient approprié les outils avant de s'engager dans l'apprentissage.

Pour répondre à sa problématique, Mathilde BOUET a analysé l'engagement et donc la motivation de ses élèves en fonction de l'usage d'outils numériques ou non. Lors d'une séance de langues étrangère d'anglais dont l'objectif était l'acquisition d'un nouveau vocabulaire. Elle a divisé sa classe en 3 groupes : le premier avec des flashcards comme support, sans outils numériques, le deuxième avec un TNI et des applications et le troisième avec un robot éducatif programmable (beebot). Elle a observé sa classe en activité en remplissant une grille d'évaluation selon l'engagement personnel, affectif ou cognitif de ses élèves (Annexe 1 : Grille d'évaluation de Mathilde BOUET). Les résultats montrent que le premier groupe était 59,52 % motivé (la participation était active et les élèves avaient un intérêt pour l'activité), le deuxième groupe était à 88,79% motivé (l'engagement des élèves était élevé) et le troisième groupe était à 93,45% motivé (l'engagement était très fort, les élèves très impliqués et motivés). On peut en conclure que les outils numériques ont eu un effet bénéfique sur la motivation des élèves au cours de l'activité. On remarque également que l'élève est réellement acteur de ses apprentissages car il est plus autonome grâce au support utilisé.

La moitié du premier groupe a validé l'activité tandis que les deuxième et troisième groupes sont significativement en réussite. Nous pouvons en déduire que le numérique a motivé les élèves et cette motivation leur a permis d'être dans une situation d'apprentissage où le savoir est réellement intégré.

D'après l'étude de Mathilde BOUET, la motivation est le point d'origine d'une situation d'apprentissage en permettant à l'élève de s'engager pleinement dans l'activité. Les outils numériques motivent les élèves donc facilitent l'apprentissage socio-constructif. La démarche d'investigation et l'apprentissage socio-constructif étant liés, nous pouvons donc faire l'hypothèse que les outils numériques inciteront les élèves à rentrer dans cette démarche et à se l'approprier.

II.1.2. Le numérique et la démarche d'investigation

Que ce soit dans le primaire ou dans le secondaire les situations d'apprentissage sont importantes et similaires, elles diffèrent selon les connaissances requises et l'autonomie des élèves. On peut donc s'appuyer sur le mémoire de Mathieu PIERRE-JUSTIN qui a étudié le lien entre la démarche d'investigation et le numérique au secondaire dans son mémoire : *La transposition de la démarche d'investigation scientifique au secondaire et le numérique* (Source 11).

Après avoir comparé le modèle d'apprentissage transmissif et constructif, Mathieu PIERRE-JUSTIN aborde la démarche d'investigation et les outils numériques utilisés en général au secondaire. Depuis 2009, il est demandé au professeur du secondaire d'appliquer la démarche d'investigation en classe grâce aux outils numériques. L'objectif du mémoire est de comprendre les difficultés des professeurs à mettre en place cette démarche et aux impacts des outils numériques pour que les élèves se l'approprient.

Mathieu PIERRE-JUSTIN fait l'hypothèse que la démarche d'investigation au travers d'outils numériques est à la fois compliquée à mettre en œuvre par un enseignant par manque de temps, de matériel ou de connaissances mais qu'elle va intéresser, motiver les élèves et donc faciliter la démarche.

Concernant la première étape de la problématique, Mathieu PIERRE-JUSTIN va soumettre un questionnaire aux enseignants de matières scientifiques du secondaire sur l'académie de Lyon.

Les enseignants interrogés disent avoir du mal à mettre en place la démarche d'investigation à cause de la faible autonomie des élèves, de la gestion de classe et par manque de temps. Or ils utilisent tous les outils numériques en classe. Même si le manque de matériel est une difficulté majeure, il peut s'en déduire que les outils numériques ne sont pas un frein à la mise en œuvre de la démarche d'investigation par un enseignant du secondaire.

D'après les enseignants interrogés, l'intérêt premier du numérique est la diversité des supports de travail. En effet, cela évite la lassitude des élèves et donc de les garder motivés pour l'activité. En second, on retrouve l'interactivité qui comme nous l'avons déjà vu permet de créer le conflit cognitif qui mène à l'apprentissage du nouveau savoir. Par déduction, les enseignants du second degré pensent que le numérique facilite l'apprentissage au sein de la démarche d'investigation.

Cependant, ils pensent aussi que le numérique demande une préparation plus conséquente en raison de l'appropriation de logiciels spécifiques et en raison des locaux souvent inadaptés.

La deuxième étape de la problématique concerne les élèves. Pour se faire, Mathieu PIERRE-JUSTIN va observer une de ses classes de 20 élèves divisée en 2 groupes : le premier avec support numérique (calculatrice et ordinateur) et le second avec support papier uniquement. Il sera aussi distribué un questionnaire à l'ensemble des élèves à la fin de l'activité.

La démarche d'investigation avec cette classe porte sur l'acidité et la basicité, une situation déclenchante pose le problème de comment classer les produits acides et basiques à l'aide du vinaigre, du bicarbonate de sodium et du jus de chou rouge. En effet, au contact du vinaigre (acide) le jus de chou rouge change de couleur et le bicarbonate de sodium provoque une réaction effervescente.

Le constat de la démarche d'investigation avec ces 2 groupes est que le premier groupe (avec outils numériques) ont élaboré plus d'hypothèses et que les résultats étaient plus précis puisque l'expérience

sur le PH a été assistée par ordinateur. Les élèves avec outils numériques sont donc rentrés plus facilement dans la démarche d'investigation.

D'après le questionnaire distribué aux élèves après l'activité, le groupe avec outils numériques a trouvé l'activité très intéressante (50% dans le premier groupe contre 10% dans le deuxième). Le groupe sans outils numériques a trouvé l'activité ennuyeuse (40% contre 10% dans le premier). 40% du groupe sans outils numériques a trouvé l'activité difficile contre 10% de groupe avec outils numériques. Cela s'explique par l'assistance de l'ordinateur qui a traduit la courbe du PH sur le logiciel tandis que l'autre groupe a dû construire le graphique à la main.

L'ensemble des 2 groupes a préféré établir le protocole tout seul, cela prouve leur implication dans l'activité.

L'intérêt et l'appropriation pour l'activité est sensiblement plus élevé pour le groupe avec support numérique.

Nous pouvons conclure que l'usage du numérique augmente l'intérêt et la motivation des élèves dans l'activité et donc dans l'apprentissage du nouveau savoir. Concernant les enseignants du secondaire, les outils numériques ne sont pas un facteur limitant à la mise en place de la démarche d'investigation comme le manque d'équipements, de formation et de temps. Si nous transposons cette étude au 1^{er} degré, les limites citées peuvent être amplifiées. En effet, les écoles primaires étant sous-équipées par rapport au secondaire, la démarche d'investigation à travers les outils numériques est plus difficile à mettre en place en raison du manque de matériel, d'habitudes, de formation et de connaissances vis-à-vis des enseignants et des élèves.

II.2. Dispositif mis en place

II.2.1. *Le contexte*

En tant que contractuelle stagiaire, j'ai eu en charge une classe de CM1-CM2 en alternance de deux jours par semaine. J'avais une appréhension pour le cycle 3 mais finalement je me suis beaucoup plu dans cette classe. La maturité, l'autonomie et l'esprit naissant de jeunes adolescents sont très agréables pour l'enseignement. Les débats et les projets en sont d'autant plus intéressants. Cette classe est l'une des quatre qui composent l'école du village de Vauréal. Une petite école où tout le monde se connaît, l'ambiance y est détendue et saine entre les professeurs, les ATSEM, les parents et les animateurs.

Mon alternance imposait que je prenne la classe les lundis et les mardis. Avec ma tutrice, nous avons choisi de mutualiser les préparations de français et de mathématiques puis de nous partager les autres matières selon nos préférences. Elle m'a laissé choisir afin que je prenne ma première classe en

responsabilité dans les meilleures conditions. L'emploi du temps (Annexe 2 : Emploi du temps CM1-CM1 - école du Village de Vauréal - 2021-2022) était tel que toutes les matinées de la semaine étaient consacrées au français et aux mathématiques. Les après-midis, quant à elles, étaient consacrées aux autres matières. Les élèves avaient donc un fil conducteur pour le français et les mathématiques durant toute la semaine tandis que les autres disciplines se partageaient entre le début de la semaine et la fin. Ayant choisi les sciences et afin de respecter les horaires, une séance de sciences composait les après-midis de mes deux journées de classe. Cela me permettait d'avancer rapidement dans ma progression.

N'ayant pas fait la première année du master MEEF 1^{er} degré, je n'ai jamais eu d'expériences en responsabilité d'une classe et les seuls prérequis que je pouvais avoir pour ce métier étaient généraux.

Peut-être par préjugés, je ne m'attendais pas à avoir à disposition autant d'outils numériques. A l'aise avec le numérique, la découverte de certains outils et leur appropriation a été plutôt rapide. Ma représentation de la posture d'enseignant n'était pas vierge puisque ma mère est aussi professeur des écoles. Je connaissais la posture de bienveillance, de respect et d'oralité nécessaires face aux élèves. Mais je ne m'étais jamais posé la question de l'autorité. J'appréhendais la gestion de classe. D'un point de vue didactique, j'avais compris que l'étayage était très important et que l'enseignant n'était pas le détenteur du savoir. Cependant, j'avais minimisé la difficulté d'éviter la transmissivité inconsciente du savoir. Enfin, je découvrais totalement la démarche de l'investigation que ce soit théoriquement à l'INSPE que sur le terrain avec la tutrice terrain.

J'ai donc pris totalement en charge la préparation des séquences de sciences. Grâce aux observations et aux échanges avec ma tutrice, j'ai pu apprendre au fur et à mesure. Il faut savoir que les élèves de CM2 sont ses élèves depuis maintenant 4 années et que les élèves de CM1 étaient déjà ses élèves en classe de CE1. Cette enseignante porte un grand intérêt à la démarche d'investigation et donc l'applique en classe depuis de nombreuses années. Ainsi, les élèves de CM2 seront considérés comme experts (ayant l'habitude) tandis que les élèves de CM1 comme novices (en découverte) en matière d'investigation. Cela nous permettra d'avoir un point de comparaison pour évaluer l'impact des outils numériques sur l'appropriation de la démarche d'investigation par les élèves. La question est donc de savoir si les outils numériques vont permettre aux élèves de CM2 de consolider leurs acquis en matière de démarche d'investigation et aux élèves de CM1 de s'approprier cette démarche.

Les outils utilisés en classe :

- Un TNI relié à l'ordinateur de la classe avec ses applications (Genially, Workspace, Beneylu, Internet ...), des enceintes, une caméra.
- Une classe mobile (une vingtaine d'ordinateurs à disposition de toutes les classes de l'école) avec ses applications (Learningapps.fr, Internet...).

Lors de la mise en place de ce dispositif, deux hypothèses sont avancées :

- Pour les élèves : l'usage du numérique va faciliter l'appropriation de la démarche d'investigation en agissant sur leur motivation.
- Pour l'enseignant débutant : les outils numériques vont faciliter la conduite des séances de sciences.

II.2.2. *L'expérimentation sur deux séquences de sciences*

II.2.2.1. La séquence de nutrition

La toute première séquence que j'ai effectuée portait sur la nutrition d'après la programmation mise en place. Il est clair que je n'avais pas la notion du temps avec la première progression imaginée :

1. Famille d'aliments
2. Origine animale ou végétale – élevage ou culture
3. Transformation des aliments
4. Conservation des aliments
5. Tube digestif
6. Transformation des aliments en nutriments et besoins énergétiques

Sous les conseils de ma tutrice terrain, j'ai repensé la séquence de façon plus réaliste :

- 1) Famille d'aliments, quantité nécessaire à notre corps et pyramide des aliments
- 2) Pyramide des aliments et rôles des aliments (bâtisseurs, énergétiques et protecteurs)
- 3) Origine animale ou végétale
- 4) Lien entre origine animale et végétale avec l'agriculture (élevage et culture)
- 5) Aliments naturels ou transformés
- 6) Semaine du goût (lien entre nos 5 sens et l'alimentation)
- 7) Conservation des aliments – pourquoi et de quoi protéger les aliments ?
- 8) Conservation des aliments – les procédés
- 9) Tube digestif – recueil de présentation
- 10) Tube digestif – bouche
- 11) Tube digestif – estomac
- 12) Nutriments
- 13) Besoins énergétiques
- 14) Evaluation

La séquence s'est réellement déroulée de cette façon (Annexe 3 : Fiches préparatoires séances 3, 4, 5, 8 et 11 de la séquence nutrition.) :

1. Famille d'aliments et pyramide des aliments
2. Pyramide des aliments et rôles des aliments (bâtisseurs, énergétiques et protecteurs)
3. Origine animale ou végétale
4. Aliments naturels ou transformés
5. Semaine du goût (lien entre nos 5 sens et l'alimentation)
6. Conservation des aliments – pourquoi et de quoi protéger les aliments ?
7. Conservation des aliments – les procédés
8. Tube digestif – recueil de présentation
9. Tube digestif
10. Tube digestif
11. Application sur learningapps.fr
12. Evaluation

Durant toute cette séquence je me suis servie des outils numériques suivant :

-Le TNI

-La classe mobile

-Le logiciel Workspace (WS) qui permet d'enseigner de façon interactive grâce aux pages créées sur lesquelles nous pouvons écrire à l'aide d'un stylet.

-Internet pour la lecture de vidéos (Canopé.fr et youtube.fr), le timer (MiCetF.fr) et la création d'application (learningapps.fr).

Tout au long de cette séquence, je me suis appuyée sur le TNI et le WS pour rendre mes séances plus vivantes. Pour chaque séance, une page WS était créée sur laquelle étaient notés le titre et la date de la séance. J'utilisais aussi ce logiciel pour projeter des images et des photos lors des situations déclenchantes.

Ayant téléchargé le logiciel sur mon ordinateur personnel, j'ai pu au fur et à mesure de la séquence anticiper et préparer les séances selon la réelle progression de la classe. Des ajustements ont dû être opérés sur la séquence en raison de mon inexpérience (mauvaise évaluation du temps, manque d'anticipation des difficultés des élèves), WS a pu le rendre possible.

En insérant des documents (images, pdf...), le logiciel permet d'annoter ces documents avec le stylet. Toute feuille distribuée aux élèves (fiche d'exercices ou fiche leçon) étaient projetées au tableau pour assurer la concentration et le suivi des élèves durant la correction collective ou la mise en commun.

Ce logiciel m'a également permis de préparer en amont des cartes mentales ou schémas synthétiques pour les bilans de certaines séances. Par exemple, lors de la séance 4 sur l'origine des aliments un schéma synthétique a été projeté à la fin de la séance après une synthèse collective. D'autre part, pour la séance 5, grâce à ce logiciel, nous avons créé tous ensemble une synthèse de la séance sur la transformation des aliments.

L'atout le plus important reste le suivi que permet ce logiciel sur la séquence. En effet, les pages sont sauvegardées et si nous avons besoin de revenir sur quelque chose de déjà vu ou si nous avons un doute que ce qui avait été dit, nous pouvions revenir sur les pages précédentes.

Durant cette séquence, je me suis appuyée aussi sur le visionnage de vidéos. Pour la séance 2, la vidéo de Canopé sur le rôle des aliments, nous a permis de remplir un tableau pour classer les aliments selon leur rôle bâtisseur, énergétique et protecteur. Ou encore pour la séance 3, j'ai utilisé la vidéo de Canopé sur l'origine des aliments pour faire le bilan de la séance après une mise en commun à l'oral. Pour la séance 8, la notion abordée était la conservation des aliments et pourquoi nous devons les conserver. J'ai utilisé une vidéo d'une pomme se dégradant avec le temps à l'air ambiant pour que les élèves s'approprient le sujet (situation déclenchante).

Pour la deuxième partie de la séance 8, learningapps.fr (voir sitographie) a été utilisé. En effet, la séquence beaucoup plus longue que prévue méritait une évaluation intermédiaire. J'ai donc créé une application pour chaque notion (les classes d'aliments, la pyramide des aliments, l'origine des aliments et la conservation des aliments) sur learningapps.fr et je les ai regroupées en une seule matrice. Les élèves ont pu s'exercer sur les notions déjà vues et les consolider avant d'entamer le tube digestif. Learningapps.fr a aussi été utilisé pour une phase de révision et d'entraînement lors de la séance 11, juste avant l'évaluation finale.

Un autre outil, qui m'a été très utile, est la caméra reliée à l'ordinateur et donc au logiciel WS. Celle-ci nous a permis à plusieurs reprises de partager des travaux (dessins, schéma, carte mentale...), d'interagir tous ensemble au même moment au tableau, d'annoter les commentaires en direct et de sauvegarder ces mises en commun.

A partir de mi-septembre, j'ai commencé à utiliser un timer pour aider les élèves à se rendre compte du temps qu'ils avaient pour réaliser l'activité et à m'aider pour la gestion du temps au sein de la séance.

II.2.2.2. La séquence sur le volcanisme

Lors de la période 2, j'ai pu mettre en œuvre une vraie séquence basée sur la démarche d'investigation. J'ai alors essayé d'anticiper une progression mais tout en laissant une marge de manœuvre selon l'évolution des élèves en classe :

- 1) Introduction sur les volcans (lien avec l'actualité : La Palma)
- 2) Recueil de représentation
- 3) Questionnement et hypothèse(s)
- 4) Élaboration d'un ou plusieurs protocoles par les élèves
- 5) Expérimentation
- 6) Validation ou invalidation des hypothèses
- 7) Trace écrite
- 8) Approfondissement (sécurité, prévention...)

La séquence réellement réalisée en classe en est assez proche (Annexe 4 : Fiche préparatoire séquence volcanisme) :

- 1) Introduction sur les volcans (lien avec l'actualité : La Palma)
- 2) Recueil de représentation
- 3) Questionnement et élaboration d'hypothèse(s)
- 4) Investigation
- 5) Investigation
- 6) Investigation
- 7) Investigation
- 8) Institutionnalisation
- 9) Evaluation

Tout au long de cette séquence, nous avons continué le fonctionnement avec le logiciel WS et le timer.

Lors de la situation déclenchante (séance découverte), j'ai voulu comparer un groupe d'élèves avec outils numériques et un sans outils numériques. Cette première séance consistait à effectuer des recherches sur un fait d'actualité : l'éruption du volcan Cumbre Vieja sur l'île espagnole de La Palma dans l'archipel des Canaries qui a débuté le 19 septembre 2021 et pris fin officiellement le 25 décembre 2021.

Le premier groupe avait à disposition les ordinateurs de la classe mobile et le deuxième avait à disposition des articles de journaux sous format papier pour remplir une fiche d'informations sur le volcan.

Le visionnage de vidéos a servi lors de cette séquence pour l'expérimentation. En effet, après l'élaboration d'hypothèses des élèves autour de la problématique : « Comment se forme une éruption ? », les élèves ont eu du mal à élaborer des protocoles pour valider leurs hypothèses. Les volcans étant un phénomène naturel terrestre, les élèves n'avaient pas de piste d'expérimentation réalisable en classe. J'ai alors proposé le visionnage de trois séquences vidéo issu du documentaire : *C'est pas sorcier : les volcans, le grand show*. Les élèves devaient alors relever les informations pertinentes qui valideraient ou non leurs hypothèses pour conclure sur la problématique.

D'autre part, lors de la mise en commun pour valider ou non les hypothèses, d'autres questionnements ont émergés concernant les types de volcans : « Pourquoi parfois il y a des explosions ? ». Des hypothèses ont été de nouveau élaborées mais la même difficulté que pour le problème scientifique d'origine s'est présentée, les élèves ont eu du mal à élaborer des protocoles pour les valider. Ainsi, le site : « La Terre gronde » (voir sitographie), utilisé en binôme sur les ordinateurs de la classe mobile, a permis de simuler les différents types de volcans (effusif, éruptif, les paramètres qui diffèrent entre les deux...).

III. Analyse

III.1. L'intégration d'outils numériques favorise-t-elle l'appropriation de la démarche d'investigation par les élèves ?

Certains élèves, dès le début de l'année, ont eu du mal à s'engager dans la démarche d'investigation : notamment les élèves de CM1 considérés comme novices.

Les outils numériques ont-ils favorisés leur engagement dans la démarche d'investigation ?

Le timer décharge l'enseignant de la gestion du temps et favorise l'implication de l'élève dans l'activité proposée. En effet, le timer projeté sur le TNI fournit aux élèves un repère temporel, ces derniers peuvent s'y reporter pour évaluer la durée de l'activité ou mesurer le temps encore disponible. Ce décompte peut s'assimiler comme un défi et incite l'élève à se mettre tout de suite au travail, la posture active de l'élève est dès le début de l'activité engagée. Cette posture est indispensable à la démarche d'investigation, ainsi le timer facilite l'entrée de l'élève dans la démarche d'investigation.

Le logiciel WS permet un suivi tout le long de la séquence. L'élève se rend mieux compte de l'objectif et du processus pour l'atteindre. À tout moment, toutes les informations sont à dispositions de l'élève. Les prises de notes sont collectives et concernent les éléments principaux. L'élève est donc impliqué à l'élaboration du travail effectué sur ce support, ce n'est donc pas que l'outil de l'enseignant. Grâce à cet outil, l'élève apprend à synthétiser pour sauvegarder seulement l'essentiel. Les pages, créées au fur et à mesure de la séquence, aident à garder la bonne direction et sont consultables pour revenir sur le problème scientifique, les hypothèses, les protocoles, les expérimentations... Tout peut être repris, rien n'est fixé. Ce qui laisse la place à l'improvisation de l'investigation. Cet outil facilite l'appropriation et la compréhension de la démarche d'investigation par l'élève.

La caméra reliée à l'ordinateur et au logiciel WS a permis de projeter au tableau différents travaux afin que toute la classe puisse bien les observer. Sans cette caméra, les travaux auraient été passés de table en table, les interactions auraient été moins spontanées. Avec cet outil, tous les élèves sont motivés à observer le TNI, ils observent tous au même moment et peuvent donc mieux interagir. Ainsi, il y a confrontation des idées, conflit cognitif et apprentissage constructif. L'élève est acteur puisque les prises de notes sont en direct sur l'image projetée ce qui facilite les mises en commun, la prise en compte de toutes les idées et leur partage. Cet outil numérique favorise les débats et les moments

collectifs qui sont très importants pour la démarche d'investigation. Il permet à l'élève d'y participer activement.

Learningapps.fr permet de créer des jeux sérieux qui vont motiver les élèves. Les applications sur ce site permettent de créer des entraînements interactifs pour les élèves. L'usage de cet outil motive réellement les élèves et permet leur total investissement. Ils s'approprient les notions abordées tout en jouant. De plus, les applications permettent une auto-correction et peuvent être effectuées autant de fois que souhaité, l'élève est donc en situation de réussite. Les notions sont acquises progressivement, l'élève en prenant du plaisir à l'activité, pourra s'engager avec plus de confiance dans la démarche d'investigation. Pour les élèves de CM1, c'est à travers cet outil qu'ils ont pu être totalement enrôlés lors de la séquence de nutrition. Cette activité effectuée par binôme, a permis de nombreux échanges entre les élèves. Cela a favorisé la mise en place de la démarche d'investigation au sein de la classe.

Le visionnage de vidéos a été utilisé pour consolider des notions en fin de séance ou en situation déclenchante ou en séance d'investigation. La situation déclenchante de la séance 6 de la séquence de nutrition par le visionnage de la vidéo d'une pomme qui se dégrade avec le temps a permis de contextualiser le problème scientifique : pourquoi les aliments se dégradent-ils ? L'expérience n'étant pas réalisable en classe ou trop complexe, la vidéo a permis aux élèves de s'appropriier le problème rapidement et donc de rentrer facilement dans la démarche d'investigation.

D'autre part, les séquences vidéo du documentaire : *C'est pas sorcier : les volcans, le grand show*, ont permis un réel travail de groupe et d'échange. Les élèves n'ont pas réussi à trouver une expérimentation pour vérifier leurs hypothèses alors l'étude documentaire de ces vidéos a permis de faire avancer leurs réflexions vers la réponse au problème scientifique. L'élève était donc acteur face aux vidéos, en apprentissage, sa position était réflexive. Ces vidéos ont donc permis à l'élève de s'investir dans l'expérimentation et donc dans la démarche d'investigation.

La séance d'investigation sur le site modélisateur : « La Terre gronde », a été utilisé pour simuler des éruptions volcaniques en fonction de certains paramètres pour que les élèves comprennent leur origine. Le fait que le support soit sur l'ordinateur a une nouvelle fois motivé les élèves, l'investissement était évident. De plus, les élèves étaient maîtres du simulateur, c'était à eux de découvrir et de « jouer » avec les paramètres pour déclencher une éruption explosive ou effusive. L'élève est mobilisé et acteur de ses recherches. Cette activité en binôme permet aussi un travail collaboratif pour aboutir à des solutions pertinentes en réponse au problème scientifique. L'élève s'approprie le savoir en expérimentant lui-même, ce qui veut dire que l'élève s'approprie l'investigation en elle-même. Les élèves de CM1 ont aussi été facilement enrôlés lors de cette activité.

Support papier			Support numérique		
Elèves	Niveau	Temps (min)	Elèves	Niveau	Temps (min)
Jean	CM1	47	Gabriel	CM1	52
Maya	CM1	54	Steeve	CM1	35
Tessa	CM1	54	Léo	CM1	35
Coline	CM1	25	Elliot	CM2	56
Léhona	CM1	30	Cheyenne	CM2	56
Alexi	CM2	33	Maël	CM2	45
Silvano	CM2	33	Aiko	CM2	12
Erwan	CM2	23	Nolhan	CM2	50
			Sacha	CM2	50
			Jhamis	CM2	56
Moyenne (min)		37,375	39,1		
Taux de réussite (%)		79,1	76,6		

Tableau 3 : Le temps et le taux de réussite concernant la recherche sur le volcan La Palma selon si le support est numérique ou papier.

Lors de la première séance de la séquence sur le volcanisme (situation déclenchante), j'ai distribué à tous les élèves une fiche à remplir concernant l'éruption du volcan La Palma (Annexe 5 : Fiche de renseignement à remplir sur le volcan La Palma.). Il fallait que les élèves effectuent des recherches selon leur support numérique (ordinateur et Internet) ou papier (articles de journaux) et qu'ils reportent les informations sur la fiche. Des absences ce jour-là ont déséquilibré la répartition entre les élèves de CM1 et ceux de CM2 dans chacun des groupes.

On constate que les élèves avec le support numérique ont mis, en moyenne, plus de temps que les élèves sans outils numériques. En effet, durant la séance les élèves avec support numérique m'ont beaucoup sollicitée ne sachant pas quoi écrire dans la barre de recherche. Ils ont fait face à des difficultés d'ordre de lecture numérique et de navigation sur Internet. L'étape de recherche de sources pertinentes pour trouver les réponses aux questions était nécessaire. Pourtant, j'ai pu observer les élèves de ce groupe écrire les questions entières dans la barre de recherche, lancer la recherche et, sans ouvrir les pages proposées, écrire la première information qu'ils lisaient sur l'écran sur la fiche. La recherche Internet a été chronophage pour les élèves et demande une formation particulière aboutissant à une fiche méthodologique pour que les élèves s'approprient cet outil numérique.

Les élèves avec les articles de journaux, eux, ont trouvé plus facilement et rapidement les réponses aux questions posées puisqu'elles étaient directement dans le document distribué. Il n'y avait pas besoin d'étape de recherche de sources pertinentes mais directement la recherche des informations demandées sur le document.

De plus, les élèves avec support papier ont en moyenne un taux de réussite plus élevé que les élèves avec support numérique : 79,1% de réussite contre 76,6%. On en déduit donc que les élèves avec le support papier se sont mieux approprié la situation déclenchante sur les volcans.

Selon Franck AMADIEU et André TRICOT, dans *Apprendre avec le numérique mythes et réalités*, la lecture numérique est complexe et demande des compétences particulières. Elle ne s'acquière pas seulement en la pratiquant.

Dans cette situation, l'usage du numérique n'est donc pas profitable et a même desservi la contextualisation de la démarche d'investigation.

C'est grâce au tableau des compétences scientifiques élaborées avec mon binôme (Annexe 6 : Tableau d'évaluation des compétences scientifiques - cycle 3.) et à une évaluation continue que l'on a constaté les compétences développées par les élèves. Au fur et à mesure de la deuxième séquence, les élèves ont su émettre et justifier des hypothèses, observer, enquêter, expérimenter et communiquer. On remarque, tout de même, le besoin de formation pour la recherche documentaire numérique et pour la lecture numérique.

C'est en partie dû à l'évolution de ma posture d'enseignant débutant, analysée en III.2, que découle une évolution de la posture des élèves. En effet, un enseignant moins dans le contrôle incite les élèves à être autonomes et responsables : compétences requises pour la démarche d'investigation. La gestion du temps n'étant plus une priorité pour l'enseignant débutant, les élèves ont eu plus de temps pour leurs réflexions et pour confronter leurs idées, ce qui les a amenés à une réelle construction des concepts visés.

Séquence - séance	Nutrition - 4	Volcanisme – 4
Problème scientifique	Que s'est-il passé entre la traite de la vache et le yaourt dans votre réfrigérateur ?	Comment se forme une éruption volcanique ?
Hypothèses de Steeve	Le yaourt peut être nature ou au chocolat.	Je pense que le volcan entre en éruption lorsqu'il y a trop de chaleur.

Tableau 4 : Elaboration d'hypothèses d'un élève de CM1 selon la séquence.

Au début de la première séquence, on constate que le problème scientifique n'est pas intégré par l'élève et que l'hypothèse est décalée du sujet. Concernant le début de la deuxième séquence, l'hypothèse respecte le sujet et la problématique. L'élève essaye d'y répondre avec logique, il se l'est appropriée.

Les élèves de CM1 qui étaient plutôt passifs et scolaires au début de la première séquence ont réussi à s'engager dans la démarche d'investigation comme on peut le constater sur l'élaboration d'hypothèses dans leurs cahiers d'expériences (Annexe 7 : Photos du cahier d'expériences de Steeve.).

L'évolution est moins perceptible chez les élèves de CM2 qui étaient considérés comme experts.

On peut donc considérer que les outils numériques sont un atout, pas forcément indispensables, pour les élèves de cycle 3 pour s'approprier la démarche d'investigation. Ils ont dynamisé la pratique pédagogique en favorisant une attitude réflexive chez les élèves. Ils ont aidé les élèves à rentrer dans les activités et à leur donner du sens. Les supports numériques ont participé à la prise de confiance des élèves novices en matière de démarche d'investigation.

III.2. L'utilisation d'outils numériques facilite-t-elle la mise en œuvre de la démarche d'investigation par l'enseignant débutant ?

Lors de la séquence de nutrition, la démarche d'investigation n'est pas totalement acquise pour l'enseignant débutant. En effet, mon inquiétude face aux contraintes temporelles et au bon déroulement des séances a pris le dessus sur sa mise en œuvre. Bien que la démarche d'investigation soit comprise, son appropriation dès la conception de la séquence a été compliquée.

Par exemple pour la séance 7 de la séquence de nutrition, la notion abordée était la conservation des aliments. Comme pour d'autres notions, les élèves n'ont pas fait leurs propres hypothèses. Changer de direction par suite de questionnements me semblait impossible. J'étais tout le temps dans le contrôle et le contre-étayage pour être sûre d'atteindre l'objectif que je m'étais fixé pour la séquence.

À la suite de l'observation de ma pratique de classe par ma tutrice terrain et aux échanges que l'on a pu avoir, j'ai constaté que j'appréhendais ce que pouvait penser ou dire les élèves. Leurs interactions sont imprévues et ne peuvent être totalement anticipées par un enseignant débutant. Pourtant anticiper et tout prévoir me rassurait. Il fallait alors que j'apprenne à desserrer le pilotage de mes séances pour que les élèves soient réellement impliqués, en réflexion et donc en apprentissage sans que je les amène moi-même vers les objectifs fixés.

Lors de la semaine du goût, j'avais préparé une séance où les élèves manipulaient et se questionnaient par binôme sur certains aliments. J'ai remarqué alors que les élèves étaient très motivés et investis lors de cette séance. J'ai compris, cette fois-ci par la pratique, que les élèves étant acteurs de l'activité, y portaient un plus grand intérêt.

Consciente qu'il faut lâcher-prise pour que les élèves soient plus actifs et s'inscrivent réellement dans une situation d'apprentissage, j'ai construit la séquence sur le volcanisme sur le principe de la démarche d'investigation en détaillant moins les étapes puisqu'elles dépendent de la progression de la classe sur le problème scientifique posé.

Même si la démarche d'investigation n'a pas été respectée durant de la première séquence, les outils numériques que j'ai utilisés m'ont permis au fur et à mesure de lâcher-prise et d'appliquer une posture d'accompagnement plutôt que de contrôle, nécessaire pour la démarche d'investigation.

Le timer m'a permis de prendre du recul sur le temps qui s'écoulait durant une séance. Paniquée à l'idée de faire une séance trop longue qui épuiserait les élèves, je ne laissais pas assez de temps aux élèves. Lors d'activités, le temps n'était pas laissé pour les réflexions des élèves ni pour leurs questionnements. En utilisant un timer sur le TNI, j'ai pu correctement quadriller mes séances dans le temps. Chaque activité était chronométrée sur une durée pertinente, j'ai pu alors arrêter de « courir après le temps » et les élèves apprenaient à gérer leur temps. Le timer affiché au TNI permet l'anticipation des élèves sur la durée de l'activité et donc sur l'action plus ou moins rapide à effectuer pour la réaliser. Il y a un gain de temps sur la mise au travail et un relâchement sur le contrôle du temps par l'enseignant débutant. Cela permet donc de prendre plus de temps pour observer les élèves et analyser leurs réflexions. Même s'il est possible de chronométrer une activité autrement (montre, horloge, minuteur physique), le minuteur projeté sur le TNI est favorable par le décompte mis en évidence qui donne directement l'information du temps qu'il reste et visible par toute la classe.

Le logiciel WS m'a permis d'animer mes séances et d'avoir un suivi tout au long de mes séquences. Une page était consacrée à chaque séance et servait à recentrer les informations (date, titre, séquence, notion abordée, image, documents...). Durant la première séquence, ce logiciel était plus considéré comme un support technique. Il m'a permis de lâcher-prise sur le déroulement de la séance, je n'avais plus à penser et à reciter « par cœur » la préparation de la séance en cours. Les élèves avaient toutes les informations de chaque activité affichée sur le TNI, cette fluidité et ce dynamisme maintenaient la concentration. Il est donc plus facile, pour l'enseignant débutant, d'appliquer un vrai étayage dans ces conditions.

Ce logiciel m'a beaucoup servi lors de mes préparations, pour le remodelage et l'anticipation des séances au fur et à mesure de la période. Cependant, pour le bilan de la séance sur les origines animales ou végétales des aliments, j'ai apporté le savoir moi-même en projetant un schéma que j'avais imaginé. Les élèves n'étaient pas acteur et donc se sont moins approprié le savoir contrairement au bilan sur le tube digestif à la fin de la séquence où la classe entière a construit le bilan sur un schéma « à trous ».

Durant la deuxième séquence sur le volcanisme, l'utilité du logiciel WS pour la démarche d'investigation a réellement fait ses preuves. En évitant la transmissivité du savoir au travers de documents projetés, j'ai utilisé ce support pour les prises de notes sur les réflexions des élèves, les hypothèses émises, les protocoles envisagés... Etant dans une meilleure posture d'accompagnement, la séquence s'est construite avec les élèves et WS nous permettait d'avoir un suivi précis de notre avancement dans le problème scientifique. Il nous permettait de revenir en arrière, reprendre les hypothèses émises et les

améliorer, de reprendre des idées laissées de côté au début mais devenues importantes dans l'investigation. Cet outil m'a permis de comprendre l'investigation dans sa pratique, toutes les séances sont liées et participent à la résolution du problème. Avoir toutes les étapes à disposition avec leurs prises de notes est très utile dans le cheminement de l'investigation voire nécessaire pour la fluidité et pour éviter de se perdre dans la démarche. Il m'a aussi permis de prendre en compte les questionnements et réflexions des élèves et donc d'éviter un contre-étayage en notant certaines réflexions proches du problème posé qui méritaient de s'y attarder plus tard dans la séquence. Le logiciel WS m'a aidée à respecter les principes de base de la démarche d'investigation comme la liberté de mouvement et de confrontation des idées.

Tout ceci serait plus compliqué à mettre en place avec un fonctionnement plus traditionnel. Il faudrait utiliser le tableau, des affiches, des flashcards...

En lien avec le logiciel WS, la caméra nous a permis de projeter au tableau des travaux d'élèves : schéma, dessin, carte mentale... Cela a aidé dans le partage et la confrontation des idées. Avec ce support, il m'était plus facile de faire interagir les élèves. En effet, la caméra suscite un fort intérêt de la part des élèves qui sont très demandeurs de projeter leurs travaux. La concentration et l'investissement étaient plus perceptibles que lorsqu'un élève passait au tableau pour nous parler d'un livre par exemple. Cet outil m'a donc facilité la mise en place des échanges et des débats durant l'investigation.

Les matrices créées sur lerningapps.fr ont permis aux élèves de s'entraîner sur les notions abordées et m'ont permis d'évaluer les élèves au fur et à mesure des séquences. En effet, la première séquence sur la nutrition étant vraiment longue, à mi-chemin les applications m'ont permis de faire une évaluation sommative puis continue. J'ai pu suivre la progression des élèves en temps réel depuis l'application. La démarche d'investigation dépend de l'évolution de l'élève et de ses acquis, Learningapps a donc été un outil indispensable. Bien entendu, il existe d'autres modalités d'évaluation : exercices sur feuille, sur l'ardoise, à l'oral... Mais cet outil numérique reste plus motivant pour l'élève et permet un gain de temps. En effet, l'élève n'a pas besoin d'écrire, les corrections sont apportées directement par la matrice et il peut refaire l'application jusqu'à une totale réussite.

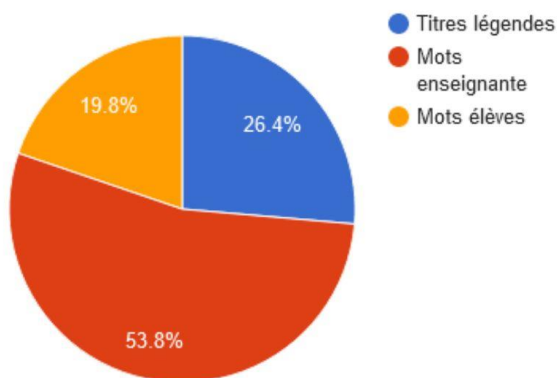
Durant les deux séquences, j'ai utilisé comme support d'apprentissage des vidéos. Dans la séance 7 de la première séquence, les élèves ont pu voir une vidéo d'une pomme qui se dégrade avec le temps. Si nous avions dû le faire en réel dans la classe, cela nous aurait pris beaucoup plus de temps. Ce support numérique permet alors de mettre en place une situation déclenchante difficilement réalisable en classe tout en la contextualisant. D'autre part, lors de la deuxième séquence, les élèves se sont retrouvés dans l'impasse ne trouvant pas de protocole expérimental pour vérifier leurs hypothèses. Les vidéos m'ont aidé à débloquer la situation. Le visionnage de 3 séquences issu de *C'est pas sorcier : les volcans, le grand*

show, ont fait l'objet d'une étude documentaire pour faire avancer l'investigation. Sans apporter la réponse au problème scientifique, ce visionnage a apporté des informations aux élèves pour lesquelles une expérience étaient irréalisable en classe.

Les vidéos peuvent donc faciliter la mise en place de la démarche d'investigation en classe.

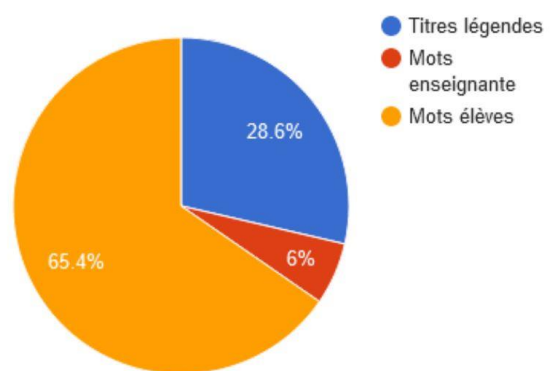
Le dernier outil numérique que j'ai utilisé lors de la séquence sur le volcanisme est un site de modélisation : « La Terre gronde », qui a permis la simulation d'éruptions volcaniques selon plusieurs critères. D'après Catherine MARZIN JANVIER, dans son ouvrage *Des outils numériques pour apprendre les sciences* (Source 12), la simulation aide les élèves à appréhender et comprendre des notions complexes si l'utilisation du simulateur se fait accompagner pour éviter une mauvaise utilisation et des simplifications erronées. Les expériences en classe sont limitées et cet outil m'a donc permis de réaliser une simulation nécessaire à la démarche d'investigation. Les simulateurs aident les enseignant débutant à s'approprier la notion et à la simplifier. De plus, l'utilisation de ce simulateur m'a dégagé du temps pour observer les élèves, étayer et relancer les échanges entre eux. Il a facilité la conclusion du problème scientifique posé et favorisé l'aboutissement de la démarche d'investigation.

Répartition des mots pour la synthèse



Synthèse séance 7 séquence nutrition

Répartition des mots pour la synthèse



Synthèse dernière séance séquence volcanisme

Figure 6 : répartition des mots pour les synthèses

L'analyse de la répartition des mots des traces écrites entre la première séquence et la deuxième séquence prouve que ma posture d'enseignante a changé entre la première et la deuxième séquence (Annexe 8 : Trace écrite séance 7-séquence nutrition et séance 8-séquence volcanisme). En effet, le nombre de mots apportés par les élèves augmentent entre la synthèse de la première séquence et la deuxième. J'ai laissé la place à l'implication des élèves, à leurs participations plus active pour qu'ils construisent eux-mêmes la synthèse à la fin de la deuxième séquence. On peut donc affirmer que la démarche d'investigation appuyée d'outils numériques m'a permis d'acquérir des gestes professionnels.

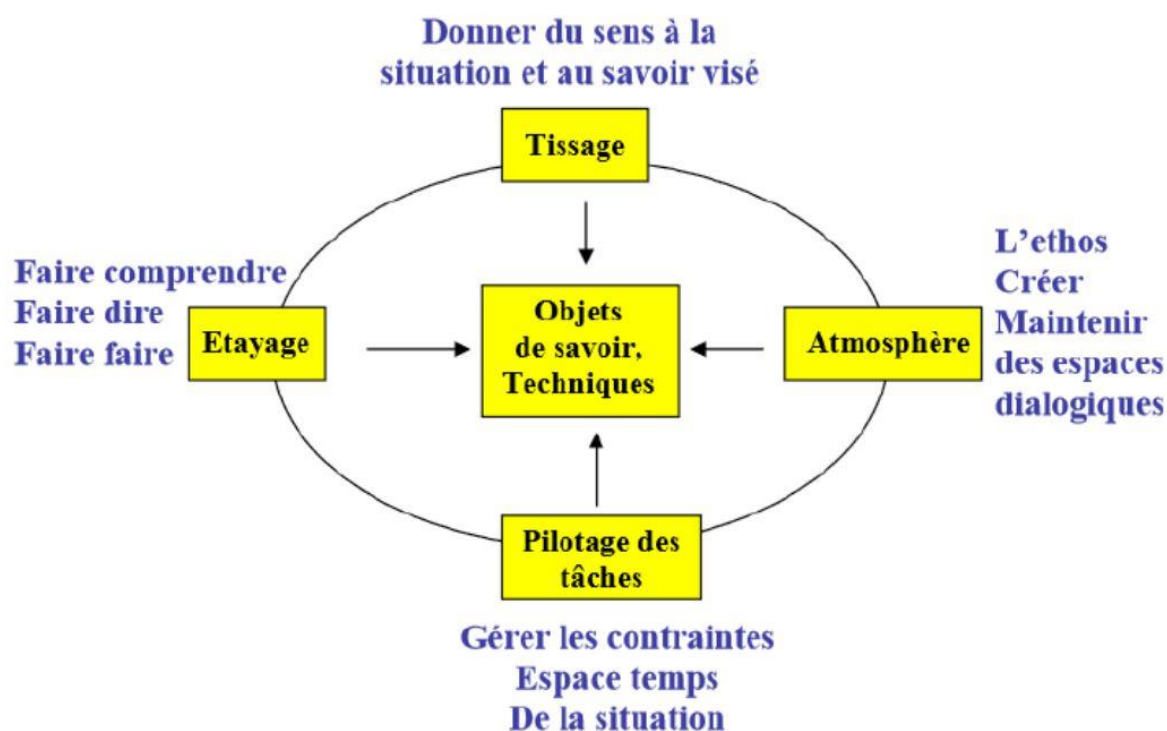


Figure 7: Le multi-agenda de Dominique BUCHETON

D'après Dominique BUCHETON (Source 13), pour que la démarche d'investigation soit efficiente, elle doit s'appuyer sur des gestes professionnels de tissage et d'étayage. Pour acquérir ces gestes professionnels, il faut tout d'abord s'approprier la démarche pour l'appliquer en classe. Lors de ces deux séquences de sciences, les outils numériques m'ont aidée à lâcher-prise et à me séparer de la posture de contrôle. J'ai alors pu me concentrer sur la démarche d'investigation en elle-même et m'effacer pour observer, différencier, étayer et guider les élèves. Grâce aux outils numériques, j'ai donc pu m'approprier la démarche d'investigation et l'appliquer en classe en acquérant des gestes professionnels nécessaires à l'enseignement. En me basant sur les observations de ma tutrice terrain et nos entretiens d'analyse de pratique, j'ai pris conscience que j'avais réussi à instaurer une atmosphère propice aux apprentissages et que j'étais au clair avec le pilotage des tâches. Le tissage et l'étayage sont en cours d'acquisition.

Les outils numériques ne sont pas forcément indispensables à la mise en œuvre de la démarche d'investigation mais, s'ils sont bien utilisés, ils la facilitent, aident à la préparation, permettent l'observation d'expérimentations irréalisables en classe et ils participent à la mise en œuvre des séances.

Conclusion

Les outils numériques ne sont pas indispensables à l'appropriation de la démarche d'investigation ni à sa mise en œuvre. Néanmoins, ils semblent être des atouts majeurs. L'usage du numérique facilite la préparation des séances, la mise en place en classe, le suivi des progressions des séquences de sciences. Mais il permet surtout à un enseignant débutant de sortir de sa posture de contrôle et de se concentrer sur les bons gestes professionnels : l'étayage et le tissage.

Du côté de l'élève, l'usage du numérique motive, ce qui incite les élèves à s'investir et s'impliquer dans l'activité proposée. Certains outils numériques favorisent la posture active de l'élève et donc son apprentissage constructif qui est important au sein de la démarche d'investigation. Plus l'élève est acteur et motivé, plus il s'appropriera la démarche d'investigation et plus le savoir sera intégré. Ils permettent aussi une investigation qui d'origine n'est pas réalisable en classe ou dont le gain de temps est une plus-value certaine.

Dans le contexte sanitaire actuel, le numérique a été presque nécessaire et a permis une grande évolution pour les relations famille-école et l'école à distance.

Bien que ces outils donnent du sens et du dynamisme, il faut penser à former les élèves essentiellement à la lecture numérique et à la recherche sur Internet. Le risque est tel que l'élève soit plus attiré par l'outil en lui-même plutôt que par son utilité.

L'usage d'outils numériques n'est pas toujours plus efficace. L'esprit scientifique ne découle pas de cet usage mais il peut y participer. Il faut allier au bon usage du numérique, une pédagogie mettant l'élève en posture réflexive. L'esprit critique est mis à l'épreuve au travers de l'usage du numérique en se questionnant sur la pertinence des sources Internet. Même si l'usage des outils numériques constitue un avantage, son utilisation doit être encadrée. Le fait qu'un élève passe toute sa journée d'école devant un écran n'est pas l'objectif de l'Éducation nationale surtout sachant la probabilité élevée qu'il y passe déjà du temps à la maison. Fanny MORANGE dans le deuxième guide pratique : *La famille tout-écran* (Source 14), conseille de limiter à 2h d'écran par jour. L'élève doit bien faire la différence entre le numérique « jeu » et le numérique « scolaire ». À l'école, il découvre de nouvelles fonctionnalités aux outils numériques, autre que l'amusement et la communication.

Parallèlement, la maîtrise de l'outil numérique ne concerne pas seulement l'élève mais aussi l'enseignant. Ce dernier doit s'interroger sur l'usage qui doit en être fait. Les écoles élémentaires étant souvent sous équipées, l'usage des outils numériques est inégal et dépend du matériel mis à disposition selon la zone géographique. D'autres limites se situent au niveau des formations des enseignants débutants, de la qualité des outils et du temps nécessaire pour que les élèves se les approprient.

Il ne faut pas oublier que les outils numériques sont un support et ne doivent pas constituer un enseignement à part entière. L'usage du numérique doit faire l'objet d'une réflexion au service d'une pédagogie ou d'une discipline.

À la suite des 2 séquences de sciences, j'ai pu transposer l'usage du numérique au service de la démarche d'investigation dans d'autres matières. Il est intéressant de l'appliquer en classe pour les mathématiques, le français ou la littérature. L'élève étant au cœur de l'action s'implique d'avantage et mémorise plus facilement les concepts.

BIBLIOGRAPHIE

- Source 1 : 10
<https://eduscol.education.fr/bd/competice/superieur/competice/libre/qualification/q3a.php>
- Source 2 : 10
 Jean PIAGET, La construction du réel chez l'enfant (1937), Paris, Delachaux et Niestlé.
- Source 3 : 10
 DE VECCHI Gérard, Enseigner l'expérimental en classe vers une véritable culture scientifique (2006), HACHETTE éducation.
- Source 4 : 10
 Jean-Pierre ASTOLFI et Michel DEVELAY, La didactique des sciences (2002), Presses Universitaires de France.
- Source 5 : 11
 Cours de Monsieur DUMONT, Université de Cergy-Pontoise, INSPE de l'académie de Versailles (2021-2022).
- Source 6 : 13
 Bulletin officiel de l'Éducation nationale n° 31 du 30 juillet 2020.
- Source 7 : 14
 MONS Nathalie, TRICO André ? Num2rique et apprentissages scolaires – rapport de synthèse, Cnam – Cnesco, 2020.
- Source 8 : 14
 AMADIEU Franck, TRICOT André, Apprendre avec le numérique, mythes et réalités (2020), RETZ.
- Source 9 : 14
 MONS Nathalie, TRICO André, Numérique et apprentissages scolaire - dossier de synthèse, Cnam - Cnesco, 2020.

Source 10 :.....	18
Mathilde BOUET, Instrumenter sa pratique pédagogique autour de ressources et d'outils numériques, Exemple d'une séquence en langue vivante étrangère, Université de Cergy-Pontoise -ESPE de l'académie de Versailles (2019).	
Source 11 :.....	19
Matthieu PIERRE-JUSTIN, La transposition de la démarche d'investigation scientifique au secondaire et le numérique : Quelles difficultés ?, Université Claude Bernard Lyon 1, ESPE de l'académie de Lyon (2018).	
Source 12 :.....	35
MARZIN-JANVIER Patricia, Des outils numériques pour apprendre les sciences, Réseau Canopé (2020).	
Source 13 :.....	36
BUCHETON Dominique, SOULÉ Yves, (2009), Les gestes professionnels et le jeu des postures de l'enseignant dans la classe : un multi-agenda de préoccupations enchâssées, CAIRN.	
Source 14 :.....	37
Guide pratique 2, La famille tout-écran, CLEMI, CANOPÉ (2019).	

Sitographie :

Site Learningapps :

<https://learningapps.org/>

Site « la Terre gronde » :

https://fondation-lamap.org/sites/default/files/upload/media/minisites/projet_risques/animations-html/

Annexes

(1) Engagement cognitif		(2) Engagement comportemental		(3) Engagement affectif	
7	Ecoutent attentivement ce qui est exposé/enseigné	1	Sont ponctuels/ Arrivent à l'heure	3	Visages détendus (semblent apprécier d'entrer dans le cours)
8	Ecrivent conformément à ce qui est demandé par l'enseignant	2	Rentrent calmement et sans faire trop de bruit	11	Posent des questions qui vont au-delà du cours
9	Répondent aux questions posées par l'enseignant (en levant la main)	4	Installation rapide	12	Discutent du cours (et non d'un autre sujet) avec leurs pairs
10	Posent des questions sur le cours	5	Disposent du matériel nécessaire pour réaliser leurs activités (cahiers, notes de cours, trousse, etc.)	13	Partagent leurs appréciations et leurs intérêts pour les cours entre eux
15	Sont impliqués activement dans les activités	6	Enlèvent leur manteau, bonnet, capuche, casquette, etc.	18	Posent des questions qui vont au-delà des activités proposées
16	Absorbés par les activités (regards et attention centrés sur les tâches demandées)	14	Suivent les instructions relatives aux activités demandées	19	Discutent des activités (et non d'un autre sujet) entre eux
17	Posent des questions sur les activités	24	Travaillent sans s'interrompre jusqu'à la fin de des activités	21	Partagent avec leurs pairs leurs appréciations et leur intérêt pour les activités
20	Emettent des suggestions, des propositions sur les activités	26	Respectent les règles régissant les déplacements dans la classe	31	Restent actifs et impliqués lors de changements/ de nouvelles activités
22	Demandent de l'aide pour réaliser leurs activités si besoin	27	Silencieux au moment des consignes	32	S'engagent dans des activités complémentaires lorsqu'ils ont terminés la tâche en cours
23	Persévèrent dans l'accomplissement des activités difficiles	28	S'écoutent les uns les autres lorsqu'ils prennent la parole	34	Restent pour terminer une activité
25	Se mettent au travail rapidement quand des activités sont proposées	29	Quand le silence est demandé par le professeur, ils se remettent à leurs tâches.	35	Choix (des élèves) de rester pour terminer une activité (en accord avec l'enseignant)
30	Prêtent peu d'attention aux distracteurs	33	Attendent l'indication de l'enseignant pour ranger leurs affaires	36	Continuent de discuter des activités après le cours avec leurs pairs ou leur enseignant

Erreur : CE1 = CM1 et CE2 = CM2

Lundi			Mardi		Mercredi	Jeudi		Vendredi	
	CE1	CE2	CE1	CE2		CE1	CE2	CE1	CE2
8H30	Accueil / Rituels/ Ateliers		Accueil / Rituels/ Ateliers			Accueil / Rituels/ Ateliers		Accueil / Rituels /Ateliers	
9H00	Dictée bilan					Dictée du jour 2	Dictée du jour 2	Dictée du jour 3	
10H15			Maths MHM	Maths MHM		Maths MHM	Maths MHM	Maths MHM	Maths MHM
	Maths MHM	Maths MHM	Dictée du jour 1					Activités de vocabulaire /BCD Production d'écrits	
Récréation du matin									
10H25	Découverte texte Picot. Questions .	Découverte texte Picot. Questions .	Français Picot Activités sur le texte	Français Picot Activités sur le texte		Français Picot Activités sur les phrases	Français Picot Activités sur les phrases	BCD	Activités de vocabulaire / Production d'écrits
12H00									
Déjeuner									
13H30	Silence on lit Mots de dictée	Silence on lit Mots de dictée	Silence on lit	Silence on lit		Silence on lit	Silence on lit	Silence on lit	Silence on lit
14H15	Découverte du monde espace ou sciences	Découverte du monde espace ou sciences	Découverte du monde Sciences / Géographie	Découverte du monde Sciences/ Géographie		Découverte du monde le temps/ EMC	Découverte du monde le temps/ EMC	MHM remédiation	MHM remédiation
15H00	Récréation		Récréation	Récréation		Récréation	Récréation	Récréation	Récréation
15H15			EPS	EPS	Littérature	Littérature	Anglais / Éducation musicale	Anglais / Éducation musicale	
16H30	Arts visuels / Littérature	Arts visuels/ Littérature							

Annexe 3 : Fiches préparatoires séances 3, 4, 5, 8 et 11 de la séquence nutrition 24

Domaine : Science et Technologie	Date : 13/09/2021
Séquence : Nutrition	Niveau : CM1-CM2
Séance : 3/12	Cycle : 3
Type de séance : découverte	Durée : 30 min
Objectifs : Découverte de l'origine des aliments (animale ou végétale)	Compétences : Connaître et déterminer l'origine des aliments.

Phase	Durée (min)	Organisation	Matériel	Déroulement	Différenciations	Observations
Rappel et intro	5	Collective	Pyramide des aliments projetée au tableau	« Nous savons désormais qu'il y a 7 familles d'aliments et que notre corps a besoin de tout mais en quantité différente. Mais d'où viennent-ils ? Quelle est l'origine d'un aliment ? »		
Questionnement	5	Collective	Photo steak et poisson projetée au tableau Photo pomme et salade projetée au tableau Photo œuf projetée au tableau	« Quel est le point commun entre un steak et un poisson ? Comment ils sont arrivés dans mon assiette ? » Réponses des élèves à l'oral et l'enseignant note l'origine animale au tableau. « Quel est le point commun entre une pomme et une salade ? Comment sont-elles arrivées dans mon assiette ? » Réponses des élèves à l'oral et l'enseignant note l'origine végétale au tableau. « Quelle est l'origine d'un œuf ? » Réponses des élèves à l'oral et l'enseignant note au tableau l'origine animale .		Question précise → réponse précise Quelle est l'origine de ... ? Quelle est l'origine de ... ?

Application	10	Par section ou en binôme	Photos des aliments à classer et tableau vide projetés au tableau	Classez les différents aliments selon l'origine animale ou végétale. Faites un tableau sur votre cahier d'expérience. L'enseignant laisse 5 / 10 min de recherche par section et passe dans les rangs.		Support inadapté : photos trop petites, rajouter les noms des aliments / supports que les élèves peuvent manipuler ou imprimé pour chaque binôme Exercice encore un peu trop long ATTENTION aux aliments du type saucisse, jambon, saucisson ... → polémique
Mise en commun	5		Photos des aliments à classer et tableau vide projetés au tableau Photo ravioli bolo	« Quelle est l'origine du riz ? ... » Réponses à l'oral des élèves et prise de la correction au tableau par l'enseignant. « Question piège : Quelle est l'origine de la tarte à la tomate à la bolognaise ? » Réponses des élèves à l'oral et l'enseignant note au tableau l'origine animale ET végétale		Recapter leur attention avant la mise en commun Ne pas dire que c'est un piège !
Synthèse	5	Collective	Vidéo CANOPE : https://www.youtube.com/watch?v=TIz3A1fuNAk	Visionnage de la vidéo au tableau. Résumé oral par l'enseignant.		Résumé à l'oral Prévoir une trace écrite à projetée au tableau pour la mémoire visuelle

Domaine : Science et Technologie	Date : 14/09/2021
Séquence : Nutrition	Niveau : CM1-CM2
Séance : 4 /12	Cycle : 3
Type de séance : approfondissement	Durée : 40 min
Objectifs : Savoir que les aliments d'origine animal sont issus de l'élevage et les aliments d'origine végétale sont issus de cultures	Compétences : Savoir différencier l'origine animal et végétale ET déterminer si l'aliment est d'origine animale ou végétale Savoir différencier un élevage et une culture et qu'on parle d'élevage pour les animaux et de cultures pour les végétaux

Phase	Durée	Organisation	Matériel	Déroulement	Observations
Rappel	5	Collective	Fiche leçon élève + fiche leçon projetée	<i>Faire distribuer les fiches leçon.</i> « Qu'est-ce qu'un aliment d'origine animale ? Donne-moi un exemple. » Réponse à l'oral des élèves. Qu'est-ce qu'un aliment d'origine végétale ? Donne-moi un exemple. » Réponse à l'oral des élèves.	Rappel de l'origine minérale avant qu'ils fassent le tableau puisqu'elle est apparue seulement à la fin de la séance 3 (vidéo)
Restitution	5	Individuelle	Fiche leçon élève + fiche leçon projetée	Les élèves doivent faire l'exercice 1.	Peut-être laisser le titre de la colonne en blanc OU ne pas intégrer cette colonne mais garder « eau » et « sel » pour voir les réflexions Rajouter en 1ère question : quelles sont les différentes origines d'aliments ?
Mise en commun	5	Collective	Projection du tableau vide et des étiquettes aliments à côté. Projection du tableau corrigé.	« On pose le stylo. Je vous laisserais un temps pour prendre la correction. Où as-tu ranger le riz ? ... » Réponses à l'oral des élèves. Au fur et à mesure l'enseignant déplace les étiquettes aliments dans la bonne colonne. Prise de la correction – 2min	
Découverte	10		Projection image élevage	On a dit hier que si le steak arrive dans notre assiette c'est qu'il a fallu tuer la vache et que si les œufs arrivent dans notre assiette c'est qu'il a fallu ramasser les œufs des poules pondeuses... Que ce soit la vache ou la poule elles ne sont pas libre dans la	Il faut que les nouvelles notions (élevage et culture) émergent par les élèves. Je dois seulement poser des questions pour arriver à ces notions.

			Projection image culture	nature ! Elles vivent dans des enclos que les humains ont construit pour les élever. Les humains élèvent les animaux pour pouvoir manger, c'est ce qu'on appelle l'élevage. On sait que la pomme se cueille sur un arbre et hier on a nous-même ramasser les pommes de terre qui avaient poussé en terre. Tout comme les animaux, les végétaux ne sont pas libres, ils ne poussent pas partout n'importe comment, les humains les cultivent pour pouvoir les manger, c'est ce qu'on appelle la culture.	Peut-être montrer les photos d'élevages ou de cultures sans dire ce que s'est et avant de déterminer les notions collectivement.
Application	5	Individuelle	Fiche leçon élève + fiche leçon projetée	Les élèves doivent effectuer les exercices 2 et 3.	Trop facile !
Mise en commun	5	Collective	Fiche leçon élève + fiche leçon projetée	« Les plants de tomates : élevage ou culture ? ... Qu'est-ce qu'on récolte ou obtient des plants de tomates ? » Les élèves répondent à l'oral et l'enseignant prend la correction au tableau.	Idée d'exercice : exemple oui et exemple non pour chaque notion (pour élevage mettre des photos d'animaux sauvages, de végétaux, en élevage ...)
Synthèse	5	Collective	Schéma synthétique projeté	Un aliment d'origine animale s'obtient grâce aux animaux, grâce à l'élevage des animaux. Un aliment d'origine végétale s'obtient grâce à la nature/aux végétaux/aux plantes et donc à la culture des plantes.	Synthèse écrite à la fin de chaque séance. Faire émerger le schéma par les élèves. Possibilité de ramasser les fiches leçon pour corriger les erreurs.

Domaine : Sciences et technologies	Date : 20/09/2021
Séquence : Nutrition	Niveau : CM1-CM2
Séance : 5/12	Cycle : 3
Type de séance : découverte	Durée : 40 min
Objectifs : Découvrir la transformation d'un aliment et la différence entre produit naturel et transformé Comprendre la différence entre matière première et produit transformé	Compétences : Savoir différencier un produit transformé et naturel, Pouvoir retrouver la matière première d'un produit transformé

Phase	Durée (min)	Organisation	Matériel	Déroulement	Différenciation	Observations
Rappel	5	Collective	Projection du schéma synthétique élevage / culture	« Comment un aliment d'origine végétale arrive-t-il dans notre assiette ? Qui peut me donner un exemple d'aliment d'origine végétale ET comment on l'obtient ? » Réponse à l'oral des élèves. De même pour un aliment d'origine animale . Rappeler que : élevage + culture = agriculture .		
Découverte	5	Collective	Projection d'une photo de yaourt	La vache nous donne du lait et nous le buvons tel quel. Nous cueillons une pomme et nous la mangeons telle quelle. Mais le yaourt ? on ne le cueille pas ! Comment arrive-t-il dans notre assiette ? Comment-on l'obtient ? Qu'est-ce que s'est passé entre la traite de la vache et le pot de yaourt que tu achètes au supermarché ?		
Appropriation	5	Individuelle	Cahier d'expérience élève	Les élèves écrivent sur leur cahier d'expérience leur idées.		
Confrontation	10	Binôme	Cahier d'expérience élève	Les élèves discutent entre eux de leurs idées.		
Mise en commun	5	Collective	Document sur la fabrication d'un yaourt projeté au tableau	Mise en commun des idées à l'oral. L'enseignant note au tableau Weleda. → Explication à l'oral des différentes étapes de la fabrication du yaourt. Yaourt = produit transformé dont la matière première est le lait.		
Synthèse	5	Collective	Tableau blanc + stylet	Création des définitions d'un aliment transformé et naturel. Aliment naturel = pas transformé avant d'être consommé		
				Aliment transformé = transformé (étapes) par l'Homme avant d'être consommé (cuisiné, surgelé, fumé, mis en conserve...) Trace écrite des élèves sur la fiche leçon.	Définitions à trous	
Application	5	Individuelle	Fiche leçon élève et fiche leçon projetée au tableau	<i>Distribution exercice : transformé ou non ?</i> Maintenant que vous savez faire la différence entre un produit transformé et naturel, à vous de jouer ! <i>Ramassage des fiche leçon pour correction.</i>	Elève rapide → : animale ou végétal / élevage ou culture.	

Domaine : Sciences et technologies	Date : 27/09/21
Séquence : Nutrition	Niveau : CM1-CM2
Séance : 8/12	Cycle : 3
Type de séance : Appropriation	Durée : 40min
Objectifs : Les facteurs de dégradations et quelques techniques de conservation des aliments.	Compétences : Savoir reconnaître et expliquer un aliment dégradé. Savoir pourquoi conserver les aliments. Connaître différentes techniques de conservations des aliments.

Phase	Durée (min)	Organisation	Matériel	Déroulement	Différenciations	Observations
Rappel	5	Collective		La dernière fois nous avons vu qu'il y avait des produits transformés et des produits naturels. Qui me rappelle la définition d'un produit transformé ? un exemple ? De même pour un produit naturel.		
Introduction	5	Collective	Photo de pomme en bon état projeté au tableau https://www.youtube.com/watch?v=p_bGQ8jhTog	Les aliments peuvent-ils se détériorer ? → Oui Pourquoi ? → Dégradation naturelle / microbes Contre-exemple du yaourt = lait + bactérie A votre avis que se passe-t-il quand une pomme se dégrade ? Réponse à l'oral des élèves. Visionnage de la vidéo de la pomme qui se dégrade. Est-ce bien de laisser un aliment se dégrader et de le manger ? → Maladie / gaspillage alimentaire Les élèves répondent à l'oral et l'enseignant écrit au tableau les idées.		
Recueil de représentation	5	Individuelle	Cahier d'expérience	1) Pourquoi les aliments se dégradent ? Ecris 3 idées. 2) A votre avis comment conserver les aliments ? Ecris 3 idées. Les élèves écrivent leurs idées sur le cahier d'expérience.		
Mise en commun	10	Collective	Fiche leçon élève et projetée au tableau	L'enseignant écrit au tableau les idées des questions 1 et 2. Dégradation des aliments à cause de l'air, de la chaleur et de l'humidité. Conservation par la chaleur : Pasteurisation, stérilisation et appertisation.		

				Conservation par le froid : réfrigération, congélation et surgélation. Conservation par élimination de l'eau : séchage, salage et sucrage. Conservation par ajout de substances toxiques pour les microbes : fumage et fermentation. Conservation par la privation d'oxygène : sous vide et atmosphère contrôlée.		
Trace écrite	5	Individuelle	Fiche leçon DYS projetée au tableau	Distribution de la fiche élève. Trace écrite des élèves sur la fiche leçon.	Fiche leçon DYS	
Application	10	Binôme	Classe mobile - learningapps	Application : quelle technique de conservation ?		

Domaine : Sciences et technologies	Date : 17/10/21
Séquence : Nutrition	Niveau : CM1-CM2
Séance : 11/12	Cycle : 3
Type de séance : Réinvestissement	Durée : 35min
Objectifs : Connaître le tube digestif et les étapes de la digestion.	Compétences : Définir l'ordre des étapes de la digestion, légèrer un schéma du tube digestif (organes), utilisation support numérique, utilisation d'application learningapps sur la digestion pour réinvestir leur connaissances.

Phase	Durée (min)	Organisation	Matériel	Déroulement	Différenciations	Observations
Rappel	5	Collective	Tableau - S10	Qu'est-ce qu'on a vu la dernière fois ? Qu'est-ce que le tube digestif ? Par où passe les aliments dans l'ordre ? Qu'est-ce qui se passe à chaque étape de la digestion ? Les élèves répondent à l'oral.		
Application	20	Individuelle	La classe mobile	Aujourd'hui on va s'entraîner sur learningapps pour approfondir ce qu'on a appris.	Pour les plus rapide → finir alimentation / apprendre poésie /dessin poésie	
Synthèse	10	En binôme - collective	Tableau – page blanche	Qu'est-ce qu'il faut retenir aujourd'hui ? Faites une carte mentale en binôme sur l'ardoise. (5min) Mise en commun et construction d'une carte mentale en collectif au tableau.		

Annexe 4 : Fiche préparatoire séquence volcanisme 26

Domaine du socle commun : 4, 2 et 1 - Sciences et technologies.	Période : 2
Séquence : Les volcans	Niveau : CM1-CM2
Séances : 9	Cycle : 3
Objectifs : Caractériser les conditions de la vie terrestre.	Compétences : Relier certains phénomènes naturels (tempêtes, inondations, tremblements de terre) à des risques pour les populations. - Phénomènes géologiques traduisant activité interne de la Terre (volcanisme, tremblements de terre, etc.). - Phénomènes traduisant l'activité externe de la Terre : phénomènes météorologiques et climatiques ; événements extrêmes (tempêtes, cyclones, inondations et sécheresses, etc.).

Type de séance	Organisation	Matériel	Déroulement	Observation
1 - Découverte			Quels phénomènes terrestres vous connaissez ? Citation d'exemples et définition. Nous allons se focaliser sur les volcans. Introduction avec un fait d'actualité : il y a en ce moment une éruption volcanique. Recherche individuelle sur papier (articles de journaux) ou sur internet pour remplir la fiche de renseignement de La Palma.	Les élèves sur les articles de journaux ont trouvé plus rapidement de quel volcan il s'agissait.
2 – recueil de représentation	Individuelle		Qu'est-ce qu'un volcan ? + dessin / schéma sur le cahier d'expérience	
3 - questionnements	Individuelle		Quelles sont les questions que vous vous posez sur les volcans ? Choix d'une question principale = problématique : Comment se forme une éruption volcanique ?	
4- Investigation	Individuelle		Enoncé d'hypothèses.	Difficile pour certains élèves (ils n'osent pas mettre à l'écrit leur idées ou ne prennent pas au sérieux le travail et donnent des idées irrationnelles)
5 – Investigation	Individuelle		Recherche individuelle de protocoles / idées pour valider ou non l'hypothèse.	Trop difficile pour les élèves en difficulté ou ceux qui n'ont pas l'habitude de faire une démarche scientifique. Manque d'imagination pour répondre à la problématique.
6 – Investigation	Collective		Visionnage des vidéos « c'est pas sorcier » pour répondre aux hypothèses.	Manque d'intérêt de certains élèves pour le bilan oral des vidéos. (Peut-être passer par un travail écrit suite aux vidéos)
7- Investigation	Binôme		Manipulation / modélisation pour répondre à la problématique. Site : quand la terre gronde	Intérêts des élèves et compréhension rapide suite à la manipulation des paramètres du site
8- institutionnalisation	Collective		Bilan et mise en commun + trace écrite.	Un peu long, la prochaine fois les élèves pourraient écrire en même temps que le PE au tableau.
9- Evaluation	Individuelle		Evaluation écrite basée sur la trace écrite commune.	Ne pas craindre de compliquer les exercices ! étude de doc ...

Annexe 5 : Fiche de renseignement à remplir sur le volcan La Palma 30

Sciences : Les phénomènes terrestres

Cite 3 exemples de phénomènes terrestres :

.....

.....

.....

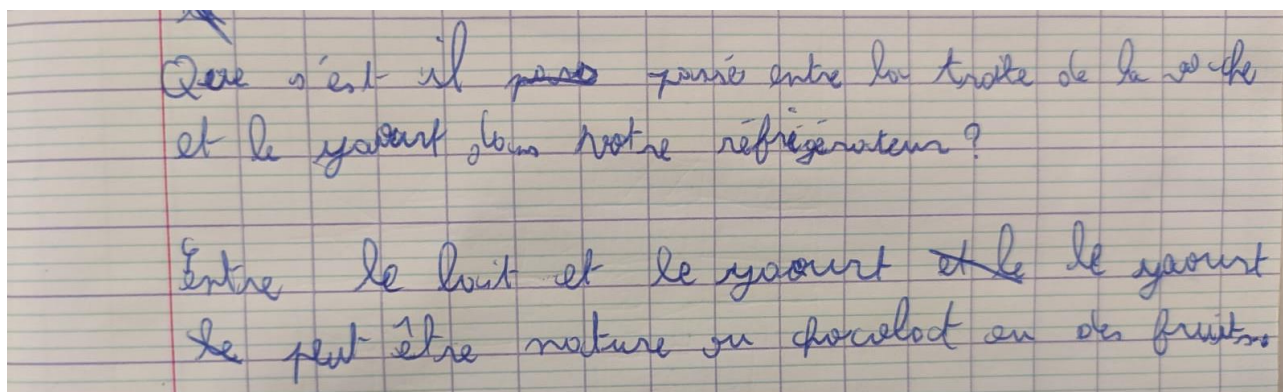
Séance 1

De quel phénomène terrestre parle-t-on actuellement ?					
Quel est son nom ?					
Où est-il ? Dans quel pays ?					
Quand a-t-il commencé ?					
Combien de personnes ont été évacuées ?					
Quelle est la cause de la fermeture de l'aéroport ?					

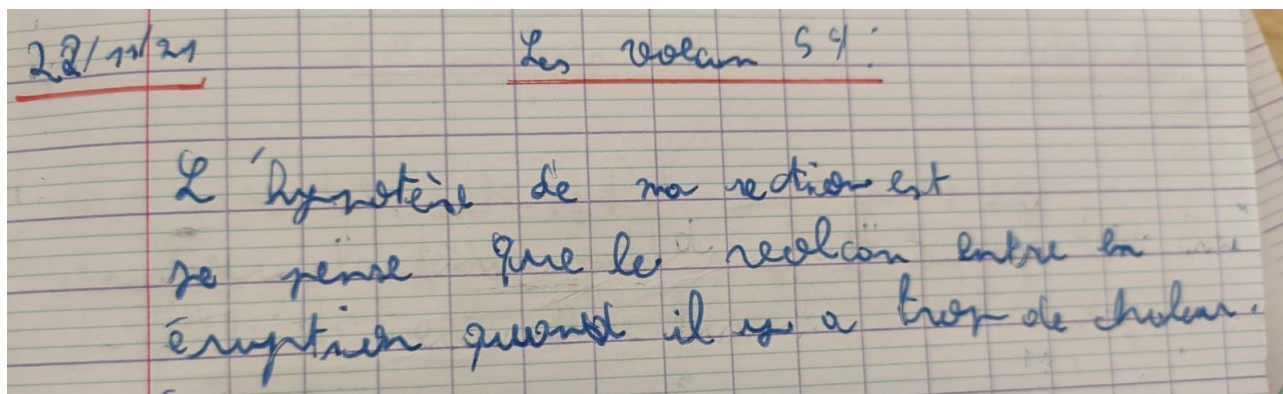
Annexe 6 : Tableau d'évaluation des compétences scientifiques - cycle 3 31

Élèves	Hypothèse		Investigation					Résultats		
	Émettre	Justifier	Proposition protocole	Recherche documentaire	Expérimentation	Enquête	Observation	Interprétation	Communication	Modélisation
Gabriel										
Steeve										
Léo										
Léandro										
Jean										
Maya										
Tessa										
Coline										
Léhona										
Adrien										
Alexi										
Silvano										
Cheyenne										
Sacha										
Lyna										
Elliot										
Marc-Sacha										
Maël										
Aïko										
Nolhan										
Erwan										
Jhamis										

Annexe 7 : Photos du cahier d'expériences de Steve 31



Cahier d'expériences de Steve - séquence nutrition séance 4



Cahier d'expérience de Steve - séquence volcanisme séance 4

PRENOM : NOM :

LA CONSERVATION DES ALIMENTS

1) Pourquoi il faut bien conserver nos aliments ?

.....

.....

.....

.....

2) Pourquoi nos aliments se dégradent ? Cite-moi les trois facteurs principaux de la dégradation des aliments :

.....

.....

.....

3) Quelles sont les techniques de conservation de nos aliments ? Complète le schéma ci-dessous :

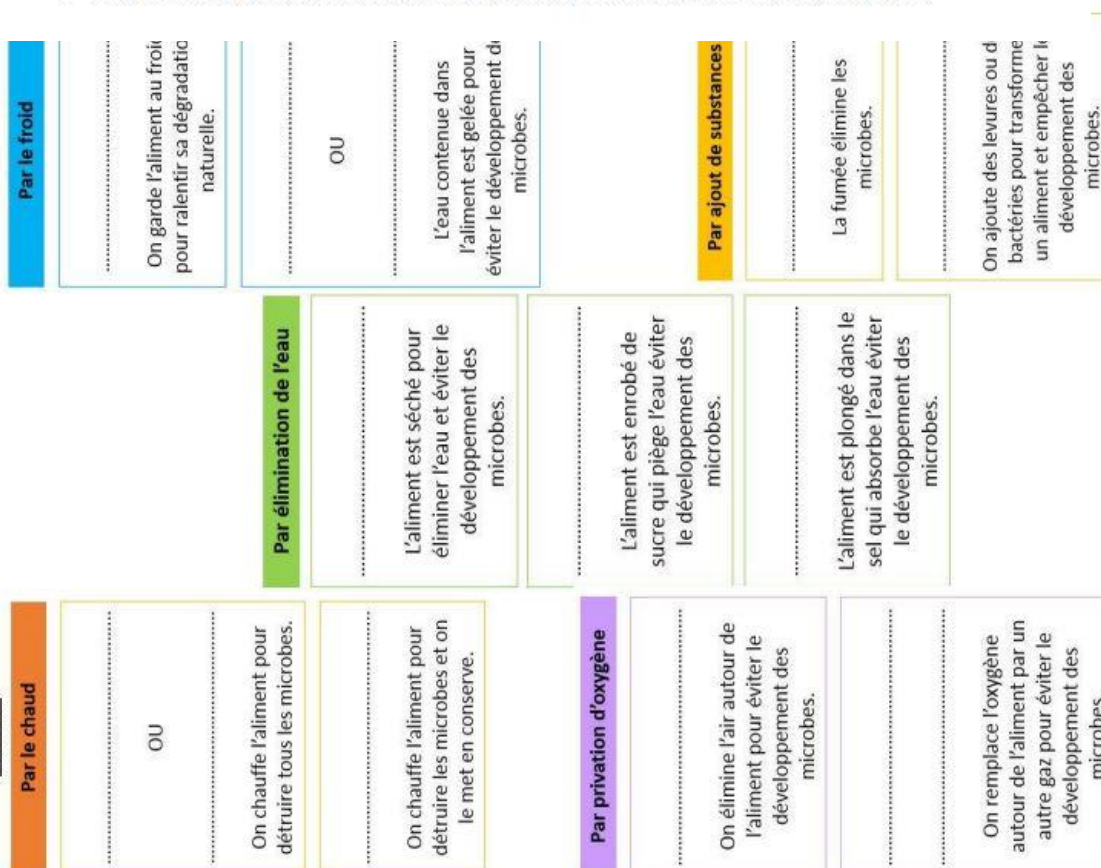
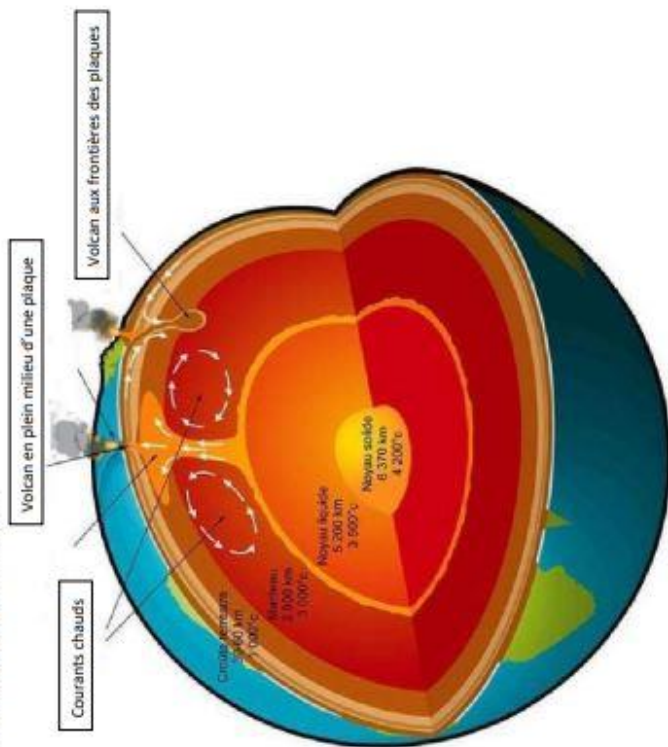


Schéma de la coupe terrestre :



Comment se forme une éruption volcanique ?

.....

.....

.....

Volcan explosif ou effusif ?

.....

.....

.....

.....

.....

PRENOM : **NOM :**

SYNTHESE SUR LES VOLCANS

A quoi servent les volcans ?

.....

.....

Quelles sont les 2 origines de la création d'un volcan ?

.....

.....

.....

Pourquoi les mouvements des plaques de la croûte terrestre permettent-ils la création de volcan ?



Carte des frontières des plaques de la croûte terrestre.

Où les volcans peuvent-ils aussi se former ? Pourquoi ?

.....

.....

.....

.....