

MASTER MÉTIERS DE L'ENSEIGNEMENT, DE L'ÉDUCATION, ET DE LA FORMATION

Mention 1^{er} degré

MÉMOIRE DE RECHERCHE

MASTER MEEF Professeur des écoles

Titre du mémoire

**Évolutions des conceptions initiales des élèves
d'une classe de CE1 sur deux des changements
d'états de l'eau : solidification et fusion.**

Présenté par **Blandine Nivoliès Faisse**

Mémoire encadré par

Directeur-trice de mémoire	Co-directeur-trice de mémoire
Nom, prénom : Valentin Maron	Nom, prénom :
Statut : Maître de conférence	Statut :

Membres du jury de soutenance

Nom et prénom	Statut
Valentin Maron	

Soutenu le **20 / 06 / 2022**

inspe
TOULOUSE OCCITANIE-PYRÉNÉES

ENSEIGNER
ÉDUCER
FORMER

inspe.univ-toulouse.fr

TOULOUSE
[SAINT-AGNE • CROIX DE PIERRE • RANGUEIL]
ALBI • AUCH • CAHORS • FOIX
MONTAUBAN • TARBES • RODEZ



PROFESSEUR DES ÉCOLES

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier mon directeur de mémoire, M. Valentin Maron pour son accompagnement tout au long de ces deux années, pour son écoute et sa bienveillance.

Je souhaite également remercier les autres enseignants de l'UE de recherche dans les matières scientifiques et notamment M Jean-Yves Léna, pour ses encouragements, mes collègues enseignants de l'école René Cassin de l'Isle Jourdain pour leur soutien et leurs encouragements tout au long de cette année scolaire et la directrice Mme Dounia Sères qui s'est toujours rendu disponible, les étudiants du Master MEEF 1er degré de l'INSPé de Auch du groupe BC1 de cette deuxième année pour leurs constants supports et encouragements, et particulièrement Clémence Vires avec qui nous avons partagé les remises en question et les ajustements de dernière minute qui ont pimentés le chemin de cette recherche et la rédaction de ce mémoire.

Je tiens, enfin, à remercier mon mari pour sa patience tout au long de ses deux années mais surtout cette deuxième année qui fut laborieuse dans tous les sens du terme car elle nous a fait courir quatre lièvres à la fois, et mes filles pour leur support indéfectible et la réactivité d'Emmeline pour lire et corriger ce travail.

REMERCIEMENTS	1	
SOMMAIRE	2	
I. INTRODUCTION	4	
II. PROBLÉMATIQUE	5	
III.LE CADRE THÉORIQUE	6	
1. La didactique des sciences et des technologies	6	
2. L'ingénierie didactique	9	
Les différentes phases de la méthodologie d'ingénierie	10	
3. L'album comme support d'enseignement	11	
IV.LE PROTOCOLE DE RECHERCHE	13	
1. Cadre institutionnel	13	
2. Le contexte	14	
3. Méthodologie de recherche	14	
A.Analyses préalables	14	
1) Analyse des contenus visés	14	
2) Analyse de l'enseignement usuel	15	
3) Analyse des conceptions des élèves, des difficultés et obstacles	17	
4) Analyse des contraintes	18	
5) Objectifs spécifiques de la recherche	19	
B.Conception et analyse a priori	19	
1) Les choix effectués	19	
2) La séquence	21	
C.L'expérimentation en classe	23	
1) École René Cassin	23	
	Séance 1	24
	Séance 2	25
	Séance 3	26
	Séance 4	27

	Séance 5	28
2) École Condorcet		28
	Séance 1	28
	Séance 2	29
	Séance 3	30
	Séance 4	31
D.Résultats et analyses		31
1) Résultats René Cassin		31
	Questionnaire 1	32
	Expérience de solidification	35
	Comparaison questionnaire 1 avant et après la séquence	37
	Questionnaire 2	41
2) Résultats classe de CE1-CE2, Condorcet		43
	Questionnaire 1	43
	Questionnaire 2	48
V. DISCUSSION		50
1. Discussion des principaux résultats		50
2. Les limites de notre recherche		51
A. La procédure		51
B. Les imprévus		52
3. Perspectives de recherche		52
V. CONCLUSION		53
VI. BIBLIOGRAPHIE		55
	Articles de recherche et ouvrages	55
	Manuels et sites à l'usage des enseignants	55
	Albums de jeunesse	56
	Mémoires	56
ANNEXES		57

I. INTRODUCTION

Dans le cadre de l'initiation à la recherche, j'ai choisi le domaine des sciences et plus particulièrement celui de la physique. C'est pour moi un moyen de revenir vers ma formation initiale, j'ai obtenu lors d'un premier cursus universitaire (j'en suis aujourd'hui à mon troisième) une licence en chimie, vers les études que j'aurais aimé poursuivre à ce moment-là puisque je me destinais à un DEA de didactique de l'enseignement des sciences. J'ai pris d'autres chemins mais mon intérêt pour les sciences et plus particulièrement le domaine des sciences de la matière ne s'est pas éteint. Lors de stages, dans le cadre de ma formation ou lors d'expériences professionnelles comme enseignante en primaire, je me suis aperçue que si l'enseignement des sciences était présent dans les emplois du temps, c'était l'enseignement du vivant qui était le plus souvent enseigné et que les sciences de la matière et la technologie pouvaient être oubliées. Au cours de ma formation à l'INSPé, j'ai pu constater, également, que des notions simples, à mes yeux, telles que fusion et dissolution pouvaient être confondues par des étudiants.

Pourtant, la science et les connaissances scientifiques ne sont pas uniquement des disciplines scolaires, que l'on apprend pour faire plaisir à ses parents et qu'on oublie aussitôt. Ces connaissances aident à comprendre le monde qui nous entoure, à faire la différence entre croyance et savoir, à se familiariser avec le doute et apprendre à réfléchir pour lever ce doute, à faire des élèves des citoyens du monde de demain.

Cela m'a amenée à me demander s'il était possible de trouver des solutions pour rendre l'enseignement des sciences intéressant aux yeux des élèves d'aujourd'hui et, ce, le plus tôt possible dans leur scolarité.

Si le choix de la thématique de la matière, de l'eau et des changements d'état s'est rapidement imposé à moi de par mon histoire et mes expériences, mon questionnement a émergé des diverses lectures que j'ai pu faire et notamment de l'article de Mohamed Souani & Al : « Mondes possibles et fiction réalistes. Des albums de jeunesse pour modéliser en science à l'école primaire » :

Les albums de jeunesse auxquels [ils s'intéressent] sont des récits de fiction, au sens où les histoires qu'ils racontent ne décrivent pas des événements qui ont lieu dans le

monde réel. Ils ne sont ni des textes informatifs, ni des textes documentaires, ni destinés initialement à un usage didactique, ni à la vulgarisation scientifique, et *a fortiori* pas des textes scientifiques.

Grâce aux lectures des articles sur l'ingénierie didactique, des mondes possibles et des albums de fictions réalistes, j'ai construit un questionnaire auquel je vais tenter de répondre dans ce mémoire : Comment, en tant qu'enseignante, travailler mes séquences d'enseignement pour intéresser les élèves et proposer des solutions aux enseignants? Comment faire pour que les connaissances que les élèves construisent lors de ces séquences, ne disparaissent pas avec le temps ? Comment concevoir une séquence en cycle 2 sur les états de la matière sans être dogmatique, en se servant d'un album de fiction réaliste ?

Pour tenter de répondre à ces questions, dans un premier temps je vais préciser ma problématique de recherche, puis m'attacher à définir le cadre théorique et pourquoi le choix de l'ingénierie didactique, le protocole de recherche ou cadre méthodologique et le recueil des données, l'analyse des données et la discussion des résultats avant de conclure.

II. PROBLÉMATIQUE

Dans le cadre des mes études et de mes différentes expériences en tant qu'enseignante, j'ai donc été amenée à me questionner sur les méthodes à utiliser et les situations d'apprentissage à mettre en place pour faciliter la compréhension des phénomènes physico-chimiques et l'appropriation des termes scientifiques par les élèves de classes élémentaires, comment rendre cet enseignement, trop souvent délaissé dans les premières années de la scolarité, attractif aussi bien pour les élèves que pour les enseignants et par delà ouvrir l'esprit de curiosité des enfants et leur donner envie de se poser des questions et de mettre en place des expériences, des réflexions pour tenter de comprendre les phénomènes physico-chimiques simples qu'ils peuvent rencontrer au quotidien. Bien évidemment ces questions sont bien trop larges

pour que je puisse les traiter dans le cadre d'un mémoire de recherche de master de l'enseignement.

Pourtant, mon statut d'enseignante alternante dans une classe de CE1, m'a permis d'être au contact des élèves et de réfléchir à ce que je pouvais mettre en place au sein de ma classe pour aller dans cette direction, dans le but de m'améliorer. Cela m'a amenée à me focaliser sur des notions qui me paraissent importantes et qui sont abordées au cours du cycle 2 et notamment en classe de CE1 autour de la matière, de l'eau et des changements d'états de la matière. Bien évidemment mon questionnement sera guidé par les avancées de la recherche, les instructions officielles ainsi que les applications proposées aux enseignants à travers les propositions de situations des différents canaux de l'édition.

Ce mémoire « Évolution des conceptions initiales des élèves d'une classe de CE1 sur deux des changements d'états de l'eau : solidification et fusion », aimerait apporter des réponses aux questions que soulève la problématique :
Quels sont les obstacles à la compréhension : l'eau, c'est de la matière ?
Comment aborder les changements d'états de cette matière : solidification et fusion ?

La notion de réversibilité du phénomène et la prise en compte de la température sont-elles abordables au CE1?

Quels sont les avantages et les inconvénients à l'utilisation d'un album de fiction réaliste comme situation initiale ?

III.LE CADRE THÉORIQUE

1. La didactique des sciences et des technologies

Une fois la thématique définie et approuvée par mon responsable de recherche, je me suis intéressée aux différents courants de la didactique des sciences et des technologies. Nous allons dans un premier temps revenir sur l'évolution de

la DST¹ et en faire un rapide historique avant de définir plus en détail l'ingénierie didactique.

Le dossier de l'IFÉ² sur *Les recherches en didactique pour l'éducation scientifique et technologique* (Dossier de l'IFÉ n°122, Février 2018) retrace les évolutions historiques de ce domaine de la didactique.

La DST débute en France fin des années 1970, début des années 1980 avec la massification dans les « *années 1970, [par] la création de la commission Lagarrigue, dont un des buts étaient d'introduire l'enseignement de la physique, de la chimie et de la technologie au niveau des collèges* » (Mercier & Tiberghien, 2017; commission Lagarrigue , 1976). Cette nouvelle discipline « donne une grande importance aux concepts de représentation et d'obstacle épistémologique, et développe des propositions d'enseignement alternatives prenant en compte les difficultés et les réflexions épistémologiques. » (Lhoste et Orange, 2015). Elle a pour but de comprendre pourquoi les élèves ont des difficultés dans l'apprentissage des concepts scientifiques. Le développement se fait en partie à cause de la pression économique : « La capacité de maîtriser et d'appliquer la science et la technologie est un facteur indispensable du processus de modernisation et de développement des systèmes économiques. » (Giordan & Girault, 1994) et en partie parce que les enseignants des disciplines scientifiques trouvent que leurs étudiants n'ont que des connaissances superficielles et ne comprennent pas réellement les concepts. Il a donc fallu repenser la façon d'aborder la science et notamment se pencher à la fois sur les difficultés que peuvent rencontrer les élèves mais également sur la formation des enseignants. Dans les années 1970, le remplacement de la leçon de choses par l'introduction des sciences au collège et à l'école primaire va aboutir à la mise en place d'une démarche d'investigation empirique (pas de mathématisation, pas d'hypothèse) avec « une logique élémentaire et des mesurages de grandeurs primaires. » (Martinand, 1998). Le coeur des travaux de DST porte sur les conceptions des

¹ DST pour didactique des sciences et des technologies

² Institut Français de l'Éducation

élèves, c'est à dire leurs idées préconçues sur tel ou tel phénomène ou « ensemble d'idées coordonnées et d'images cohérentes, explicatives, utilisées par les apprenants pour raisonner face à des situations-problèmes. » (Giordan & De Vecchi, 1987, cités par Astolfi & al., 2008b). Astolfi et Delevay vont utiliser le terme de « représentation » à partir de 2002, terme qu'ils vont emprunter à la psychologie. Si un grand nombre de travaux de recherche porte sur les conceptions des élèves depuis les années 1970, les recherche en DST qui se sont intéressées aux pratiques enseignantes « ont constaté que les « conceptions tenaces » observées chez les élèves sont également présentes chez les enseignants et les scientifiques. » (Dossier de l'IFÉ n°122, Février 2018). Ceci a amené à une évolution des méthodologie de recherche.

« Les DST se sont développées en partie à travers des interventions sur les systèmes qu'elles étudient. L'ingénierie didactique en est l'exemple prototypique. » (C. De Hosson & C.Orange, 2019) « Elle prend la forme d'un schéma expérimental basé sur des réalisations didactiques en classe (Artigues, 1988) et sur la production de nouveaux phénomènes (Perrin-Glorian, 1994), même s'il n'est guère possible de contrôler tous les paramètres des situations. » (M. Artigues, 1988). À la différence de l'*evidence-based education*, il ne s'agit pas de produire un modèle à suivre mais plutôt d'informer sur les possibilités et leurs conséquences de situations éducatives bien définies.

La recherche en DST « peut s'envisager selon deux orientations majeures et non exclusives l'une de l'autre : l'une compréhensive visant à spécifier les transformations subies par le savoir lorsqu'il circule au sein et entre des institutions et des individus; l'autre plus interventionniste où l'ambition est d'explorer et d'inventer de nouveaux possibles qui deviendront autant d'outils pour l'enrichissement de pratiques enseignantes , sans visée normative aucune. » (C. De Hosson & C.Orange, 2019)

J-P Astolfi rapporte dans *La didactique des sciences*³ que G.Mialaret, un des trois pères fondateurs institutionnels des sciences de l'éducation, a constaté qu'entre 1976 et 1982, « un renversement du sens du mot didactique a donc

³ J-P Astolfi, M.Delevay, *La didactique des sciences*, Presses Universitaires de France, Que sais-je ?, 7^e édition, mai 2016

été opéré. Initialement, l'adjectif correspondait à une méthode générale sans contenu particulier, actuellement, le substantif correspond à une prise en charge des contenus et s'intéresse à l'appropriation de savoirs précis.

La lecture de ces articles de recherches et autres ouvrages a été pour moi une source de compréhension et de connaissances. En ce qui concerne le cadre théorique sur lequel s'appuyer pour un travail de recherche pour le master des métiers de l'éducation et du professorat du premier degré, l'ingénierie didactique semble proposer le cadre qui semble le mieux adapté.

2. L'ingénierie didactique

Comme nous l'avons vu plus haut, l'ingénierie didactique, empruntée à la didactique des mathématiques (M.Artigues, 1998) est une application à l'étude de cas d'une séance de classe. Elle se propose de prendre en compte le contexte par une étude préalable des représentations des élèves, des objectifs de la séance et des contraintes pesant sur la séance de classe. Elle demande de réaliser une étude a priori :

- Lister les comportements et les réactions probables des élèves face au contenu à enseigner
 - Définir les hypothèses de recherche
 - La phase d'analyse a posteriori permet de confronter les résultats observés aux résultats attendus, en validant de manière interne les hypothèses.
- (Dossier de l'IFÉ n°122, Février 2018)

Le questionnement de l'ingénierie didactique dès la fin des années 1980 va résulter de la difficulté du contrôle et de la diffusion des produits de l'ingénierie. Cela va conduire les chercheurs à considérer l'enseignant « comme un acteur à part entière de la situation didactique, tout aussi imprévisible et prévisible que l'élève dans ses comportements. La création des IUFM va soutenir et amplifier cette prise de conscience et favoriser les recherches centrées sur la modélisation de l'enseignant via l'analyse des pratiques " ordinaires ". » (M.Artigue, 2002). Ceci a permis de prendre conscience de la complexité du

travail de l'enseignant qui a à gérer un environnement dynamique ouvert. L'ingénierie didactique est une méthodologie performante quand la recherche doit s'appuyer sur des constructions didactiques que l'observation naturaliste du système ne permet pas d'observer. Elle va permettre l'exploration et le diagnostic dans la recherche de réponses aux questions posées dans le cadre de situations d'enseignement. L'ingénierie didactique est dans le cadre de la recherche en compétition avec d'autres méthodologie . Pourtant, quand il s'agit d'étudier le système classe, elle permet de concevoir et d'étudier des situations nouvelles.

Les différentes phases de la méthodologie d'ingénierie :

Le processus expérimental se découpe en 4 phases :

Phase 1 : Les analyses préalables.

Phase 2 : La conception et analyse *a priori* des situations didactiques.

Phase 3 : L'expérimentation.

Phase 4 : L'analyse *a posteriori* et validation.

Phase 1 :

Analyse des contenus visés par l'enseignement

Analyse de l'enseignement usuel et de ses effets

Analyse des conceptions des élèves, des difficultés et obstacles qui marquent leur évolution

Analyse des contraintes dans lequel va se situer la réalisation didactique

Les objectifs spécifiques de la recherche

Phase 2 : Conception et analyse *a priori*

« [Cette]analyse *a priori* est à concevoir comme une analyse du contrôle du sens [...] si la théorie constructiviste pose le principe de l'engagement de l'élève dans la construction de ses connaissances par l'interaction avec un certain milieu, la théorie des situations didactiques, qui sert de référence à la méthodologie d'ingénierie, a [...] l'ambition de se constituer comme une théorie

du contrôle des rapports entre sens et situations. [...] L'objectif de l'analyse *a priori* est de déterminer en quoi les choix effectués permettent de contrôler les comportements des élèves et leur sens. » (M.Artigues, 1988)

C'est à dire :

- Décrire les choix effectués au niveau local (organisation d'une séance ou d'une phase) et les caractéristiques de la situation qui en découlent.
- Analyser l'enjeu de cette situation pour l'élève, en fonction des possibilités d'action, de choix, de contrôle et de validation dont il dispose.
- Prévoir des champs de comportements possibles, l'analyse permettant de contrôler leur sens et d'assurer que les comportements attendus, s'il y en a, découlent de la mise en oeuvre de la connaissance visée par l'apprentissage. (M.Artigues, 1988)

Phase 3 : L'expérimentation

C'est le déroulement de la séquence en classe et le recueil des données.

Phase 4 : Analyse *a posteriori* et validation (ou non) des hypothèses engagées.

L'analyse *a posteriori* : analyser l'ensemble des données recueillies lors de l'expérimentation : observations pendant les séances d'enseignement, production des élèves, complétées par des questionnaires, entretiens individuels ou en petits groupes, pendant ou après l'expérimentation.

La validation : elle se fonde sur la confrontation des deux analyses *a priori* et *a posteriori*. (M.Artigues, 1988)

3. L'album comme support d'enseignement

Pour intégrer l'album de fiction dans ma séquence et dans mon protocole de recherche, je me suis donc intéressée à ce qui pouvait faire d'un album, une partie intégrante de la séquence et non simplement un prétexte. Dans un premier temps, j'ai donc recherché ce que voulait dire les mondes possibles. La

notion de « mondes possibles » est d'abord définie par Lewis⁴ dans *Truth in fiction* en 1978 : un récit de fiction ne décrit pas un monde purement imaginaire : il est imaginaire pour nous les habitants du monde actuel, mais il est réel pour les personnages qui y vivent. Dans sa théorie des mondes possibles, Hintikka⁵ définit trois propriétés principales :

- L'alternativité règle d'une construction possible sur la base d'un autre monde : ce qui est faux dans notre monde empirique devient vrai dans un monde possible comme la fiction peut l'envisager (Les animaux parlent)
- L'accessibilité : capacité à accéder à un nouveau monde sur la base du monde dans lequel on se trouve actuellement : ce nouveau monde doit être compatible avec l'univers de croyance et de connaissances du sujet. Une grande partie d'un texte de fiction est construit en référence au monde de l'expérience et à l'univers de connaissance qui correspond au lecteur. Les lois naturelles du monde réel sont conservées dans le monde de fiction sauf si la fiction vient les contredire explicitement.
- La trans-identification : opération de connaissance qui consiste à identifier un individu à travers son incarnation dans les différents mondes qu'il parcourt.

La référence implicite du texte de fiction est le monde réel gouverné par les lois naturelles. On peut interroger les phénomènes du monde réel à travers les événements de la fiction. « L'intérêt didactique est de pouvoir amener les élèves à concevoir le réel à partir de la fiction et en opposition à celui-ci. » (C.Bruguière, 2007)

Pour Catherine Bruguière, la lecture problématisée d'un album de fiction pour les apprentissages scientifiques présentent deux intérêts :

- Un déplacement de point de vue : les élèves abordent des thèmes qui leur sont inconnus et se posent des questions qu'ils ne se seraient jamais posées. La lecture les incite à reconstruire leur expérience du monde à l'aide de savoirs scientifiques.

⁴ in C.Bruguière and All « Mondes possibles et compréhension du réel. La lecture d'un album en cycle 2 comme source de questionnement scientifique», ASTER n° 44| 2007 pages 69-106

⁵ idem

- La construction des connaissances

« Si l'on considère que le possible, non seulement, ne s'oppose pas au réel mais qu'au contraire il participe et construit la réalité, on peut envisager la fiction comme une expérimentation sur des possibles qui peut avoir un intérêt bénéfique du point de vue cognitif pour l'engagement des élèves dans le savoir scientifique. » (C.Bruguière, 2007).

M Souadi tire deux conséquences dans un contexte didactique d'utilisation d'un album de fiction pour modéliser en sciences, à l'école élémentaire :

- Les propriétés du monde actuel s'implantent et s'importent dans le monde de fiction mais pas de manière explicite : c'est cet implicite qui offre un véritable champ d'investigation épistémologique dans le cadre didactique : il y a un arrière-plan implicite du monde réel dans le monde de fiction.
- Il y a un arrière-plan implicite de connaissances communes du sujet-lecteur auquel le narrateur fait appel pour qu'il puisse construire le monde de fiction en jeu.

Le processus en jeu va être de comprendre le réel à travers la fiction.

On voit que l'album de fiction peut être un outil pour construire une séquence, sans être un prétexte mais bien un moyen d'amener les élèves à se questionner et acquérir des nouvelles connaissances.

IV.LE PROTOCOLE DE RECHERCHE

1. Cadre institutionnel

La séquence à construire doit s'inscrire dans les programmes de l'éducation nationale. Au cycle 2, les élèves apprennent à questionner le monde par une première démarche scientifique et réfléchie, dans ce cadre-là, les élèves sont amenés à questionner le monde de la matière : on attend d'eux qu'à la fin du cycle 2 ils soient capable d'identifier les 3 états de la matière et d'observer les changements d'états et plus particulièrement comparer et mesurer la température, le volume, la masse de l'eau à l'état liquide et à l'état solide, observer des processus de solidification et de fusion de l'eau.

2. Le contexte

Dans le cadre de ma recherche, je vais construire ma séquence et la mettre en place pour une classe de CE1. En tant alternante, j'enseigne tous les vendredis, dans une classe de CE1, de 22 élèves, à l'école René Cassin de L'Isle Jourdain. J'ai en charge différents enseignements dont Questionner le monde et plus particulièrement la partie questionner le monde du vivant, de la matière et des objets. Je prévois donc de construire une séquence sur les changements d'états de l'eau. Pour que cette séquence corresponde à mes critères de recherche, j'ai fait un tour d'horizon des séquences proposées soit par des moyens institutionnels Eduscol, ou celles proposées par des sites comme la fondation de la Main à la pâte ou des maisons d'édition spécialisées dans les manuels scolaires ainsi que dans l'ouvrage d'Estelle Blanquet : Sciences à l'école - côté jardins.

3. Méthodologie de recherche

A. Analyses préalables

1) Analyse des contenus visés

Une séquence sur l'eau et ses changements d'états au cycle 2⁶ a pour objectifs d'identifier les 3 états de la matière et d'observer des changements d'états. Les connaissances et compétences associées que les élèves doivent acquérir en fin de cycle sont :

- comparer et mesurer la température, le volume, la masse de l'eau à l'état liquide et à l'état solide
- reconnaître les états de l'eau dans divers phénomènes naturels
- mettre en oeuvre des expériences simples impliquant l'eau et/ou l'air
 - quelques propriétés des solides, des liquides et des gaz.
 - les changements d'états de la matière, notamment solidification, condensation et fusion.

⁶ D'après le BOEN n° 31 du 30 juillet 2020

- les états de l'eau (liquide, glace, vapeur).

Il faut garder à l'esprit que tout ce qui est lié à l'état gazeux est abordé en CE2.

Les élèves à l'issue du CE1 doivent donc être capable

- d'associer l'eau à de la matière
- de comprendre que :
 - glace et eau liquide sont 2 états d'une même matière
 - que solidification et fusion sont des changements d'état encore appelées transformation : c'est une même matière qui change d'état
 - que ces processus sont réversibles et se déroulent à température constante.

2) Analyse de l'enseignement usuel

Dans ma recherche de propositions existantes, je me suis appuyée :

- sur un éditeur scolaire, populaire auprès des enseignants du primaire et notamment en sciences : Retz. Cette maison d'édition proposent deux approches sur la notion d'états de l'eau et de changements d'états, l'une dans « Matière, vivant, objet au CP-CE1 - Éditions Retz », l'autre dans « 10 projets matière, vivant, objet. Cycle 2 - Éditions Retz »
- sur « une bille de sciences » vidéo proposant une séquence sur un site agréé par le ministère de l'Éducation Nationale, La Fondation *La main à la pâte* : <https://fondation-lamap.org>
- sur un recueil de séquence d'animations scientifiques « Sciences à l'école, côté jardin. Le guide pratique de l'enseignant », d'Estelle Blanquet, maître de conférence en didactique des sciences à l'université de Bordeaux.

Identification des points forts et des points faibles de chacune des séquences :

Séquence	Points faibles	Points forts
<p>Matière, vivant, objet au CP-CE1 Éditions Retz (description détaillée ici)*</p>	<p>Un liquide coule et s'écoule, il faut un récipient pour le transporter mais les élèves ont dû voir en CP que les grains de sables coulent et s'écoulent et qu'il faut un récipient pour les transporter : il peut y avoir confusion entre liquide et solide. Définit des solides « solides » et « peu solides » : comment faire la différence entre un solide solide et un solide peu solide. Utilise du chocolat pour le changement d'état : il faut le faire fondre et resolidifier, cela nécessite de disposer d'un coin cuisine dans l'école et seule l'enseignante expérimente pour éviter tout risque de brûlure des élèves, alors que la trace écrite porte sur l'eau.</p>	<p>La course aux glaçons en séance 3 : fait ressortir le rôle de la chaleur pour le changement d'état solide-liquide et que le changement est progressif : l'eau remplace peu à peu la glace. Analyse : S'inspirer de l'expérience sur le chocolat, en l'étendant au sucre, pour mettre en évidence que d'autres matières subissent les mêmes changements d'états, les mêmes transformations que l'eau pour aller vers la généralisation de la connaissance : toutes les matières ont un état solide et un état liquide.</p>
<p>10 projets matière, vivant, objet - Cycle 2 - Éditions Retz</p>	<p>Colorer les glaçons en bleu pour l'expérience peut créer la représentation erronée que la glace est bleue. Faire fondre le glaçon dans un verre contenant déjà de l'eau ne permet pas de vérifier que c'est bien la glace qui s'est transformée en eau puisqu'il y a déjà de l'eau dans le verre. Placer un thermomètre dans un contenant avec de l'eau au réfrigérateur pour relever la température de solidification de l'eau nécessite que l'école possède un congélateur, à défaut au moins un réfrigérateur avec bac à glaçons.</p>	<p>Les expérimentations de situations provoquant la fusion de la glace permettent de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - vérifier des prédictions des élèves - vérifier que même dans un réfrigérateur la glace fond - rechercher à partir de quelle température la glace fond.

Séquence	Points faibles	Points forts
Billes de sciences#10 Fondation L@map (Lien pour la vidéo ici)*		Permet d'expérimenter solidification et fusion Propose des traces écrites qui utilisent des termes scientifiques et permet d'enrichir le lexique des élèves. Propose une séance pour apprendre à mesurer des températures avec un thermomètre à alcool
Sciences à l'école, côté jardin - E.Blanquet (description détaillée ici)*	Nécessite <ul style="list-style-type: none"> - de l'espace (une salle de sciences dans l'école ou un espace dédié aux sciences, arts dans la classe) - du matériel tel que des thermomètres 	Utilise un album pour enrôler les élèves, amène les élèves à réfléchir sur ce qui est possible et ce qui ne l' est pas. Les élèves proposent des hypothèses, des expériences pour valider ou non leurs hypothèses, ils expérimentent et mettent en évidence la réversibilité du phénomène dans le cas de l'eau.
* Les séances détaillées sont à retrouver en annexe		

3) Analyse des conceptions des élèves, des difficultés et obstacles

Les élèves sont en CE1, au cours de la première année du cycle 2, en CP, ils ont été amené à :

- mettre en oeuvre des expériences simples impliquant l'eau et des solides comme l'eau peut être transvasée comme certains solides (le sable...), un solide peut flotter ou couler dans l'eau.
- reconnaître les états de l'eau, qu'elle peut se présenter sous plusieurs états (liquide, glace) notamment par l'observation de phénomènes météorologiques (nuages, pluie, neige, grêle, glace).⁷

⁷ in document d'accompagnement au programme RA16_C2_QMON_1_ens_logique-cycle_la_matiere_555001.pdf

La difficulté pour eux sera d'associer un état de l'eau qu'ils connaissent et reconnaissent facilement - la glace - à un état de la matière - un solide.

Ils vont devoir passer de simples observateurs de phénomènes météorologiques : la grêle, la neige, la glace à concepteurs d'expériences pour mettre en évidence des transformations, le passage d'un état à l'autre.

Les obstacles que vont rencontrer les élèves sont directement en relation avec les questions de notre problématique :

- L'eau est de la matière : qu'est-ce que la matière ?
- La matière existe sous différents états : qu'est-ce qu'un état de la matière ?
- La matière se transforme pour passer d'un état à l'autre. : qu'est-ce qu'une transformation ?
- Les transformations se font à température constante.

4) Analyse des contraintes

En tant qu'alternante, j'ai décidé de proposer la séquence aux élèves que je vois tous les vendredis dans le cadre de mon alternance. C'est une classe de CE1 qui compte 21 élèves. Ce choix présente des avantages : je connais les élèves, le cadre dans lequel ils évoluent et le matériel à disposition, et ils sont en CE1, cycle 2, qui correspond au niveau nécessaire au cadre de ma recherche, mais aussi des inconvénients : l'école ne possède pas de matériel scientifique tel que des thermomètres à alcool autres que des thermomètres de congélateur (nous verrons par la suite quels effets cela peut avoir sur les résultats d'expérience), je ne vois les élèves qu'une fois par semaine, la situation sanitaire liée au COVID a fait que les effectifs de la classe n'ont été ni constants, ni stables, durant la période trois, période durant laquelle j'ai mis en place la séquence en classe.

Face à cette difficulté, j'ai décidé de présenter la séquence dans une autre classe dans laquelle je faisais un stage en responsabilité. C'est une classe double niveau CE1-CE2 avec 10 CE2 et 9 CE1. Les niveaux sont très

hétérogènes avec deux élèves en accompagnement ULIS, deux autres élèves en grande difficulté (en âge d'être en CE2 mais suivent le programme CE1 avec difficulté) et au contraire un élève de CE1 qui suit le programme de CE2. L'avantage du stage est que je suis en classe tous les jours : je pourrai proposer la séquence sur 4 jours consécutifs. Il y a des élèves de CE2 dans la classe, ils pourront être des tuteurs pour les élèves de CE2. Les mêmes inconvénients se retrouvent concernant le matériel, la salle de sciences que pour la classe de CE1.

Dans les deux situations, la première contrainte est qu'en tant qu'enseignante, j'ai la classe en charge toute la journée avec d'autres objectifs à atteindre que ceux que je me suis fixés pour cette séquence de recherche et notamment dans la classe de CE1-CE2, des répétitions en chants, percussions et danse obligatoires.

5) Objectifs spécifiques de la recherche

Pour reprendre C.Bruguière⁸, notre objectif principal sera la construction de nouvelles connaissances scientifiques : les états liquide et solide, d'une matière, l'eau, et la réversibilité de leurs transformations, solidification et fusion, en utilisant un album de fiction et non un album documentaire en faisant en sorte que cet album soit un outil au service des apprentissages et non un simple prétexte à aborder de nouvelles notions.

B. Conception et analyse a priori

1) Les choix effectués

J'ai fait deux choix dans la préparation de ma séquence qui me paraissent importants.

⁸ Catherine Bruguière, Jean-Loup Héraud, JEan-Pierre Errera, Xavier Rembotte, « Mondes possibles et compréhension du réel. La lecture d'un album en cycle 2 comme source de questionnement scientifique», ASTER n° 44| 2007 pages 69-106

Tout d'abord, j'ai dû choisir un album qui possède les caractéristiques que je recherche : être un album de fiction et proposer un processus qui permette de comprendre le réel à travers la fiction, soit l'eau et ses changements d'états. Il doit être adapté au niveau de lecture et de compréhension des élèves et leur proposer un problème. Pour résoudre ce problème, ils vont émettre des hypothèses, reproduire la situation dans une expérience pour vérifier ses hypothèses et conclure. Après quelques recherches qui m'ont amenées à envisager deux albums jeunesse, « Le Bonhomme de neige » de Raymond Briggs et « Renart et la pêche à la queue » adapté d'une « Roman de Renart » par Paulette Battault proposé par E.Blanquet dans son ouvrage « Sciences à l'école, côté jardin » mon choix s'est porté sur le deuxième pour plusieurs raisons : compréhensible pour des élèves de CE1, disponible au format numérique, conseillé par une spécialiste de l'enseignement des sciences au primaire. Le premier a pour principal inconvénient de ne pas avoir de texte, il nécessite donc un travail en amont de production d'écrit en classe qui demande beaucoup plus de temps que je n'en avais. Je fais ce choix d'un album de fiction réaliste pour que les élèves puissent se projeter à la place du loup et comprennent les connaissances en jeu : c'est l'eau du lac qui subit une transformation et devient de la glace, c'est la même matière mais sous deux états différents.

Ensuite, j'ai pensé un questionnaire que je proposerai aux élèves avant et après la séquence pour évaluer leur évolution, si il y a eu évolution, au cours de cette séquence sur les notions travaillées. Le questionnaire ¹⁹ est assez simple et repose sur le recueil des conceptions initiales de chacun des élèves concernant la matière, les états de la matière, les changements d'états et l'eau. Ce questionnaire constitue un des modes de recueil de données individuel, ayant pour objectif de faire un état des lieux des connaissances des élèves avant et après mon expérimentation. J'ai choisi des termes scientifiques volontairement pour évaluer en fin de séquence si les élèves ont acquis du

⁹ voir annexe

lexique et mettent du sens derrière le vocabulaire : état, matière, fusion, solidification, transformation.

2) La séquence¹⁰

Glace et eau liquide, deux états d'une même matière ?	
Objectifs	Déroulement
Séance 1 Le loup et le lac	
<p>Concevoir le réel à partir de la fiction.</p> <p>Lire un album pour se questionner et acquérir de nouvelles connaissances.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recueillir les conceptions initiales, compléter le questionnaire 1 2. Lire l'album 3. Analyse du problème 4. Recherche d'hypothèses, proposition de dispositifs expérimentaux 5. Institutionnalisation
Séance 2 Transformer l'eau en glace et la glace en eau	
<p>Comprendre que l'eau gèle à une certaine température.</p> <p>Expérimenter la réversibilité de la transformation eau \Leftrightarrow glace</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rappel de la séance 1 2. Retour des expériences, analyses des résultats 3. Synthèse et trace écrite 4. Nouvelle expérience, représenter un dispositif expérimental 5. Analyses des résultats, mise en commun 6. Institutionnalisation
Séance 3 Comment peut-on mesurer la température ?	
<p>S'approprier des outils et des méthodes</p> <p>Utiliser un matériel adapté pour effectuer une mesure</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Découverte 2. Observation : le thermomètre, ses différentes parties, le représenter 3. Expérimentation 4. Exercices d'application
Objectifs	Déroulement

¹⁰ Voir les séances détaillées en annexe

Séance 4

À quelle température l'eau se transforme-t-elle en glace et la glace en eau ?

<p>Observer qu'un changement d'état se fait à température constante.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tissage rappel des expériences de la séance 2, et de la séance 3 et l'utilisation du thermomètre 2. Problème, hypothèses 3. Expérimentation 4. Résultats, mise en commun 5. Institutionnalisation
--	--

3) Ce que j'attends de mes élèves

Description des étapes de la séquence	Cheminement intellectuel des élèves	Questions	Méthodologie de recueil des données
Séance 1 : Lecture et compréhension de l'album	Comprendre que la queue du loup est prise dans la glace	Pourquoi le loup ne peut-il sortir sa queue du lac ?	Oral collectif et mise en commun des propositions des élèves, représentations des dispositifs expérimentaux.
Séance 1 : Proposer des expériences pour obtenir de la glace avec de l'eau.	Il faut du froid pour faire de la glace	Comment faire geler l'eau dans les gobelets ?	Oral collectif et mise en commun : les élèves disent où ils vont mettre les gobelets pour que l'eau devienne de la glace.
Séance 2 : Comment faire geler l'eau ?	Le froid du réfrigérateur n'est pas suffisant : il faut trouver un froid plus froid que le réfrigérateur.	L'eau n'a pas gelé dans le frigo, est-ce qu'elle aurait pu geler dehors, comme dans l'album ? Oui ou non, pourquoi ?	Oral collectif et mise en commun : discussion autour des 2 hypothèses
Séance 2 : Réversibilité de la transformation de l'eau en glace, de la glace en eau.	Il est possible de passer de l'état liquide à l'état solide, c'est à dire de l'eau à la glace et, de l'état solide à l'état liquide, c'est à dire de la glace à l'eau	Dans l'histoire, le loup se coupe la queue pour pouvoir s'échapper, qu'aurait-il pu faire pour éviter de se couper la queue ?	Oral collectif et mise en commun des hypothèses des élèves.

Description des étapes de la séquence	Cheminement intellectuel des élèves	Questions	Méthodologie de recueil des données
Séance 4 : la transformation de l'eau en glace et de la glace en eau se passe à une température constante proche de 0° Celsius.	La température de l'eau baisse jusqu'à 0°C, la transformation de l'eau en glace commence, tant qu'il y a de l'eau ET de la glace, la température reste proche de 0°C, dès que toute l'eau est transformée en glace, la température de la glace peut baisser.	Que se passe-t-il pendant la transformation de l'eau en glace et de la glace en eau : pour la température ? dans le gobelet ?	Représentations des expériences par les élèves avec relevés des températures tout au long de l'expérience.
Séance 5 : évaluation des acquis		Les questions auxquelles ils ont déjà répondues en début de séquence	Questionnaire 1

C.L'expérimentation en classe

Pour rendre compte de cette expérimentation, nous allons dans un premier temps décrire les conditions d'expérimentation dans les deux classes. En effet, à la suite de l'expérimentation dans la classe de CE1, il s'est avéré qu'une autre serait utile à la recherche. Nous allons donc commencer par la classe de CE1, de l'école René Cassin de l'Isle Jourdain et ensuite nous décrirons les conditions de la classe CE1-CE2 de l'école Condorcet de Auch.

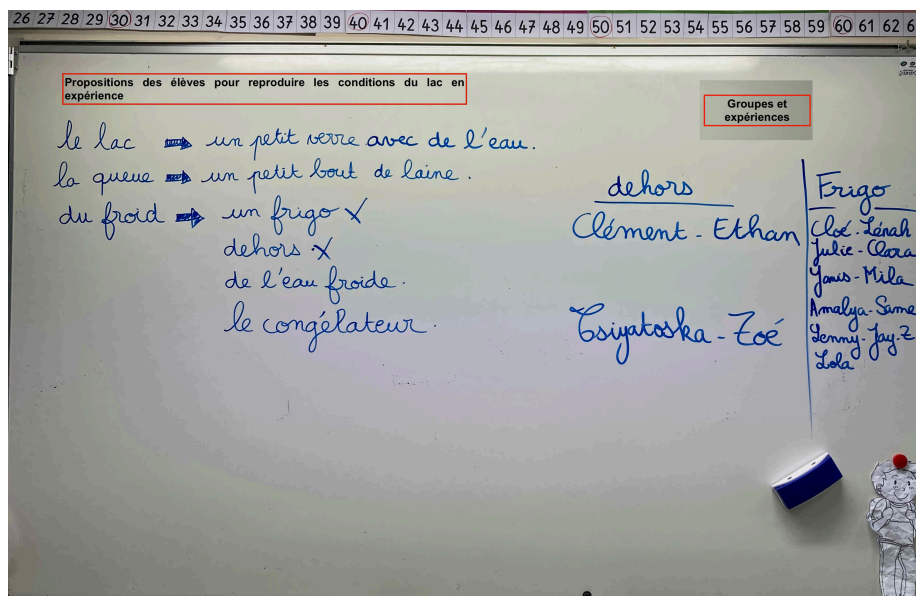
1) École René Cassin

En ce qui concerne la classe de CE1 de l'école René Cassin, la séquence s'est déroulée du 28 janvier 2002 au 25 mars 2022, ce qui correspond à cinq séances consécutives. La cinquième séance a eu lieu après les vacances d'hiver : un temps long s'est écoulé entre la quatrième et la cinquième séance. Il y a 22 élèves dans la classe mais tout au long de la séquence il y a eu beaucoup d'absences liées à la situation sanitaire. Ce qui a entraîné que très

peu d'élèves ont assisté à l'ensemble des cinq séances. Le nombre d'élèves présents était entre 14 et 16 élèves présents sur l'ensemble des quatre premières séances de la séquence. Pour permettre aux élèves malades ou confinés de suivre la séquence, nous avons communiqué par Beneylu (application d'ENT choisi par l'école pour communiquer avec les parents). Nous allons maintenant proposer une description du déroulement de chaque séance.

Séance 1

Après la lecture de l'album par l'enseignante et un temps de questions-réponses pour s'assurer de la compréhension de l'histoire, les élèves ont rapidement proposé des éléments intéressants pour reproduire la situation du loup dans une expérience en classe. Voici la photo de la trace écrite au tableau qui résume les échanges entre élèves après la lecture de l'album.



Sur cette trace écrite, nous pouvons relever les différentes propositions des élèves pour créer les conditions nécessaires à la transformation de l'eau en glace selon eux : l'extérieur (ou dehors), le réfrigérateur, le congélateur et de l'eau froide. Il y a eu discussion entre les élèves concernant leurs propositions et notamment sur la proposition « eau froide » : ils ont dû expliquer comment obtenir cette froide ils ont proposé de mettre de l'eau au réfrigérateur puis de la

mélanger à l'eau dans le gobelet. Ils ont convenu que cela revenait à mettre l'eau au réfrigérateur.

Les élèves se sont répartis en binôme et ont préparé les expériences et choisi le milieu de l'expérience, extérieur ou réfrigérateur. Comme il n'y a pas de congélateur à l'école, certains élèves se sont proposés pour mettre en oeuvre l'expérience à leur domicile.

Nous étions dans une période de l'année où il a fait très froid, nous avons observé des températures négatives la nuit même dans le Gers. Malheureusement, les températures extérieures ont été positives à partir de ce jour-là. Nous espérions pouvoir avoir une discussion avec les élèves sur pourquoi l'eau a gelé dans le gobelet à l'extérieur et pas dans le gobelet placé au réfrigérateur. Mais la météorologie en a décidé autrement.

Séance 2

Dans un premier temps, nous sommes revenus sur les expériences mises en place lors de la séance 1. Comme aucun des gobelets ne contenaient de glace, les élèves ont dû émettre des hypothèses sur cette raison et ils ont émis l'hypothèse que tous les froids n'étaient pas les mêmes et que pour obtenir de la glace, il fallait « un froid très froid » comme dans les congélateurs puisque les expériences menées par les enfants chez eux avaient permis de transformer l'eau liquide en glace. Nous avons mis en place les expériences grâce au mélange réfrigérant que nous avons appelé « le mini-congélateur ».

Voici des photos de l'expérience :



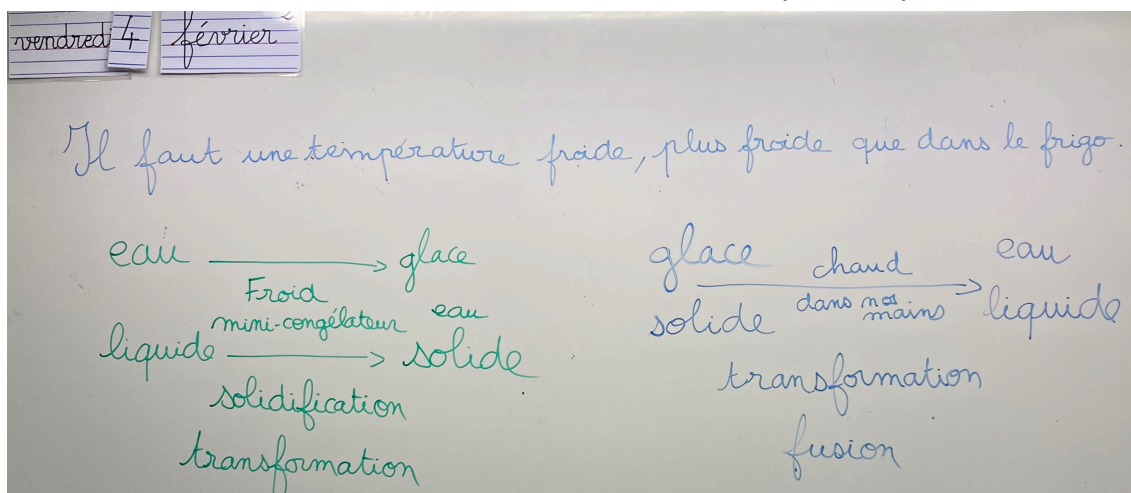
Il y avait 14 élèves ce jour-là, nous avons constitué deux groupes de trois élèves et quatre groupes de deux. La transformation liquide-solide s'est produite pour tous les groupes excepté un. Les élèves devaient mesurer la durée de transformation de l'eau en glace et représenter le dispositif expérimental. La représentation est un travail individuel, il donne à l'enseignant des informations sur ce que les élèves ont compris, sans le problème lié à l'écrit notamment pour des élèves de CE1.

Les groupes ayant obtenu de la glace ont chronométré une durée proche : environ une quinzaine de minutes. Pour le dernier groupe, il semblerait que le gobelet se soit renversé dans le mélange réfrigérant, comme celui-ci contenait du sel, ils ne pouvaient pas atteindre la température pour qu'il y ait solidification dans les conditions de l'expérience.

Pendant le déroulement de l'expérience, les élèves ont montré leur intérêt par une grande implication, des exclamations telle que « ça marche ! » qu'il faut reprendre gentiment pour donner les termes attendus « Oui, l'eau se transforme en glace », « l'eau liquide se transforme en solide », « l'eau change d'état ».

Ci-dessous, la trace écrite avec les élèves, en deux temps : la première phrase répond à la question : « Pourquoi l'eau ne s'est-elle pas transformée en glace dans le frigo ? » qui correspond à la première mise en commun de la séance 2.

Les deux schémas ont été construits avec les élèves après l'expérience.



Séance 3

Il s'est avéré que les élèves étaient experts en relevés de température. Ils ont travaillé en binômes pour la phase 3 de la séance 3. Ils devaient la température de deux eaux différentes. Dans le tableau de résultats, on constate l'homogénéité des températures relevées pour l'ensemble des groupes d'élèves. Les différences de température qui apparaissent pour l'eau froide viennent de plusieurs facteurs. Le premier, les élèves ont pris du temps pour lire la température, ce qui a permis à l'eau de se réchauffer. Ils tenaient le gobelet dans leur main, ce qui a accéléré le réchauffement de l'eau. Pour le groupe qui a relevé 10°C, pour comprendre la différence, je leur ai demandé de me montrer comment ils avaient fait pour relever la température, il s'est avéré qu'ils sortaient le thermomètre du liquide et qu'ils plaçaient leurs doigts sur le réservoir à alcool. Ceci montre que les élèves ont su utiliser les thermomètres à leur disposition.

Tableau de résultats des relevés de températures

eau froide	eau tiède	Celsius
5°C	20°C-21°C	
1°C-2°C	19°C	
10°C	21°C	
5°C	19°C	
5°C	19°C	
5°C	21°C	

Cette séance n'était qu'une séance « technique » dans la séquence mais nécessaire pour s'assurer que les élèves savaient mesurer une température et lire cette température sur un thermomètre à alcool. Elle a permis toutefois de modifier la séquence avant de la proposer à la deuxième classe, pour se concentrer sur les séances au coeur de la recherche.

Séance 4

L'expérience de solidification n'a pas pu être reproduite et de fait, le contrôle de la température non plus. Les élèves ont constaté la baisse de la température de l'eau mais il n'y a pas eu solidification. Nous pouvons émettre des hypothèses à cet échec : le mélange réfrigérant était trop liquide par manque de glace, la température atteinte n'était pas suffisamment basse pour qu'il y ait solidification,

les thermomètres utilisés pour relever la température ont contribué à rendre plus difficile la solidification : les élèves manipulant les thermomètres alors qu'ils avaient pour consigne de ne pas les toucher.

Séance 5

Le temps entre la séance 4 et la séance 5 a été relativement long (trois semaines). Malgré tout, les élèves ont répondu aux questionnaires. Nous verrons lors de l'analyse de ces réponses qu'il a été difficile pour beaucoup d'entre eux de répondre, d'autant plus qu'un très petit nombre a participé à l'ensemble des séances.

2) École Condorcet

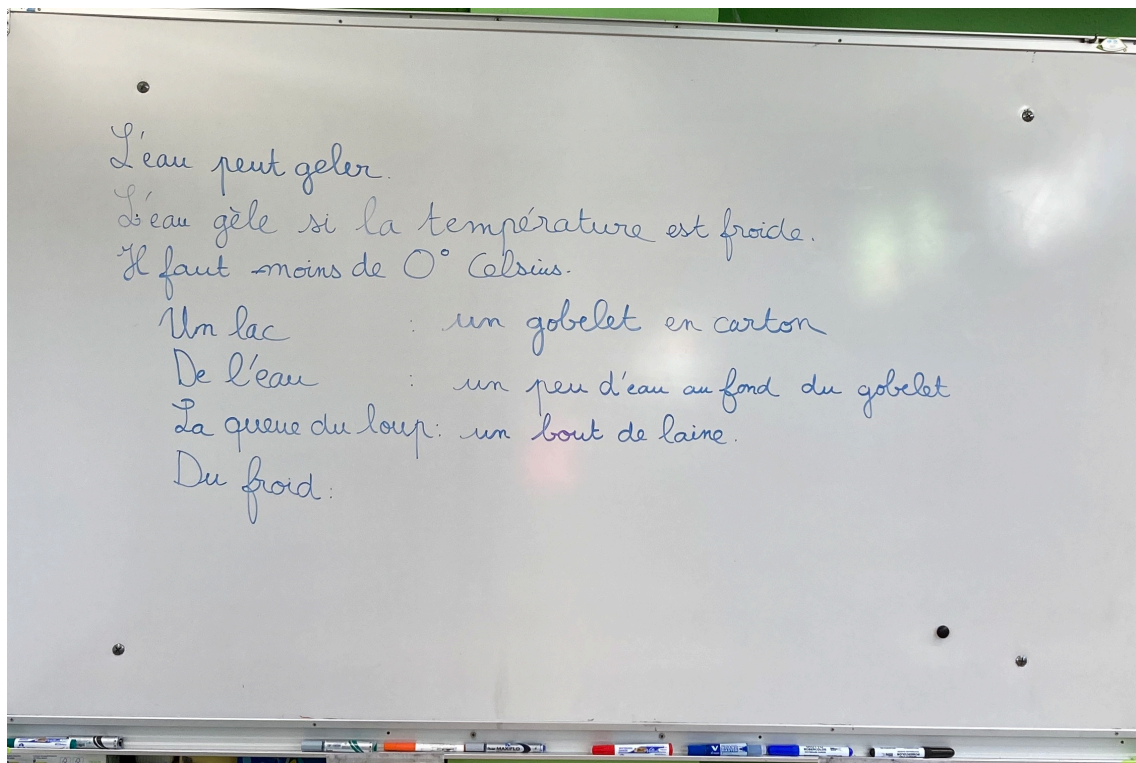
Dans le cadre de ma formation et en tant qu'alternante, j'ai effectué un stage en responsabilité à l'école Condorcet de Auch, dans une classe de CE1-CE2. Ce stage a pris place après les vacances d'hiver ce qui m'a donné l'opportunité de proposer ma séquence dans des conditions différentes. La séquence s'est déroulée du 7 mars 2022 au 17 mars 2022, elle n'a compté que quatre séances, nous n'avons pas mis en place la séance sur l'utilisation du thermomètre et à l'issue de la quatrième séance les élèves ont répondu à un questionnaire différent que nous appellerons le questionnaire 2¹¹. La classe est composée de 19 élèves, 10 CE1 et 9 CE2, dont 2 élèves à besoin éducatif particulier qui sont en ULIS tous les matins. Les élèves sont habitués au travail en autonomie.

Nous allons décrire le déroulement de chaque séance.

Séance 1

La séance s'est déroulée de la même manière que pour la classe de CE1 avec en premier lieu la lecture de l'album « Renart et la pêche à la queue ». Voici la photo de la trace écrite qui résume les échanges entre élèves après lecture de l'album.

¹¹ voir questionnaire en annexe



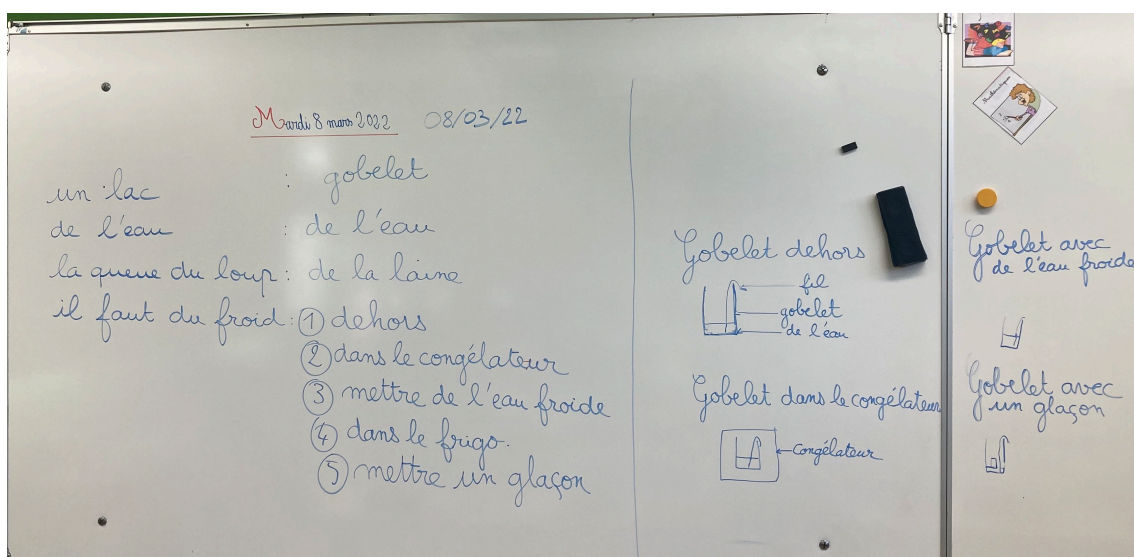
N'ayant pas assez de temps ce jour-là pour mettre en place les expériences, nous les avons reportées au lendemain matin.

Séance 2

La journée a commencé par notre séance, ce qui a permis à tous les élèves de participer, y compris les deux élèves qui n'ont rejoint l'ULIS qu'après la séance.

La discussion a porté sur comment obtenir le froid que les CE2 avaient défini comme « moins de 0° Celsius ».

Voici le tableau des propositions des élèves.



Il est à noter qu'il n'y a pas eu de discussion autour de « l'eau froide » comme dans la classe de CE1 et que, même si la température « moins de 0°Celsius » a été énoncée, il semble que les élèves ne se représentent pas clairement ce que cela veut dire. Nous avons donc conservé l'expérience « mettre de l'eau froide dans le gobelet ».

Les élèves ont mis en place les expériences dès le matin et ils ont analysé les résultats avant la sortie de l'après-midi pour valider ou non les hypothèses.

Résultat : L'eau n'a gelé que dans le congélateur.

Conclusion tirée par les élèves : L'eau liquide gèle avec un froid suffisant comme quand le gobelet est dans le congélateur. Si le froid n'est pas assez froid, l'eau reste liquide comme quand le gobelet est dehors, dans le réfrigérateur, avec un glaçon et avec de l'eau froide.

Séance 3

Nous avons mis en place l'expérience de solidification avec mesure de la température. Nous avons repris notre hypothèse « l'eau liquide gèle si le froid est suffisamment froid. » Pour éviter le problème du mélange réfrigérant pas assez performant, nous avons fait le choix de ne mettre en oeuvre que deux expériences pour la classe, avec un thermomètre dans le mélange réfrigérant

pour relever la température, les élèves devaient représenter l'expérience et relever à tour de rôle la température dans le tube à essai.¹²

Observations des élèves notées au tableau :

La température du mélange réfrigérant : -10°C .

La température de l'eau quand elle commence à geler : entre 0 et -1°C .

La température de l'eau reste entre 0° et -1°C puis baisse à nouveau.

À la fin de l'expérience, il n'y a que de la glace et la température de la glace est -5°C .

Si on place le tube à essai avec la glace dans la main : la glace fond.

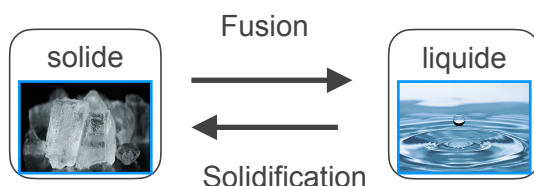
Voici la trace écrite construite avec les élèves

Nous avons observé 2 états de l'eau : l'eau liquide et l'eau solide : la glace

L'eau liquide avec un froid suffisant se transforme en glace.

Quand cette glace se réchauffe, elle se transforme en eau liquide.

La glace et l'eau liquide sont 2 états d'une même matière : l'eau.



Séance 4

Lors de cette séance, les élèves devaient représenter l'expérience de la fusion d'un glaçon et répondre au questionnaire 2. Suite aux réponses du questionnaire 1 en début de séquence, il a fallu adapter la fin de la séquence. Nous avons proposé un questionnaire légèrement différent, les élèves de CE2 répondaient en binôme, les élèves de CE1 ont répondu en groupe, l'enseignante notant les réponses.

D.Résultats et analyses

1) Résultats René Cassin

¹² voir schéma de l'expérience en annexe

Questionnaire 1

Recueil des connaissances et des conceptions initiales avant la première séance.

Qu'est-ce que la matière pour toi ?	
Je ne sais pas	7
Fruits et légumes	1
Matière grasse	6
Un solide	1
Du sucre	1
total	16

Donne un ou plusieurs exemples de matière	
Je ne sais pas	2
Matière grasse, sucrée, produits laitiers, etc	11
Matière douce	1
L'eau	1
Métal, sol	1
total	16

Est-ce que l'eau c'est de la matière ?	
Oui	2
Non	13
Non, car elle est liquide	1

Pourquoi gèle-t-elle ?	
Je ne sais pas	3
Parce qu'il fait froid	10

Pourquoi gèle-t-elle ?	
Quand il neige. l'eau devient de la glace	1
Parce qu'il fait chaud	1
Parce que le soleil est chaud	1
total	16

Que devient l'eau quand elle gèle ?	
De la glace	7
Un glaçon	8
De l'eau glacée	1
total	16

Comment s'appelle cette transformation ?	
Je ne sais pas	9
La gélification	1
La transformation de l'eau glacée	1
Elle gèle	1
La glace	2
L'eau	2
total	16

Pourquoi la glace fond-elle ?	
Parce qu'il fait chaud	9
À cause du soleil	5
À cause de la chaleur	2
total	16

Que devient la glace quand elle fond ?	
Je ne sais pas	3

Que devient la glace quand elle fond ?	
De l'eau glacée	12
Des miettes de glace	1
Total	16

Comment s'appelle cette transformation ?	
Je ne sais pas	12
L'eau	1
Fondre	1
La dégelification	1
La chaleur qui fond la glace	1
total	16

Nous pouvons faire plusieurs constatations :

Les enfants connaissent la glace et l'eau, ils savent que l'on peut passer de l'une à l'autre, suivant les conditions de température (si il fait chaud ou si il fait froid).

Ils savent dans l'ensemble donner un exemple de matière en rapport avec l'alimentation : la matière grasse, la matière sucrée mais n'associe pas l'eau à de la matière - 13 réponses négatives -, pour un élève l'eau ne peut pas être de la matière car elle est liquide et que la matière est obligatoirement solide pour lui.

La notion de « matière » semble difficile à comprendre.

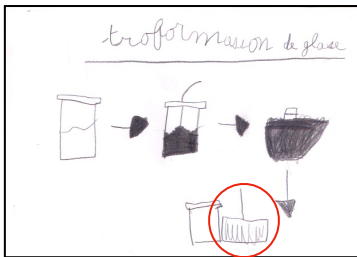
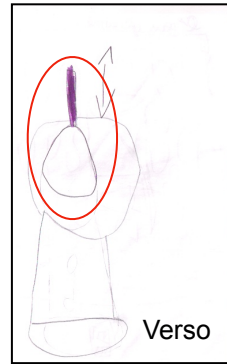
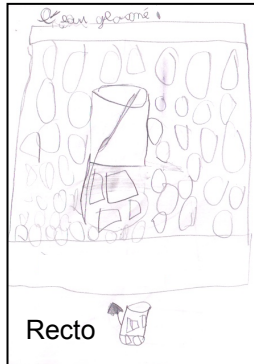
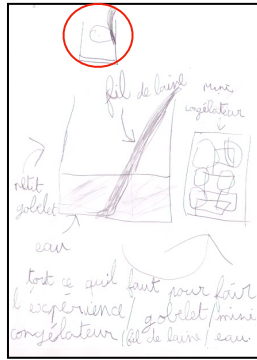
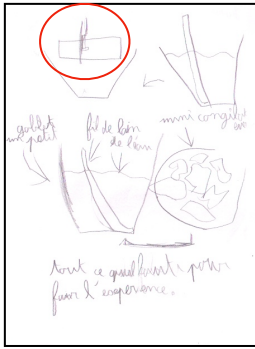
Enfin, ils savent que les transformations d'un état à l'autre existent mais ils ne connaissent pas les noms, certains tentent de les nommer : gélification/dégélification, emploi du verbe « fondre » parce que le nom n'est pas connu.

Ce premier questionnaire montre un manque de lexique, ce qui est normal pour des élèves de CE1 surtout concernant les mots fusion et solidification mais surtout la difficulté d'appréhender la notion de « matière » due en grande partie à la polysémie du mot.

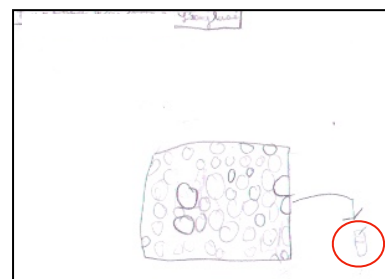
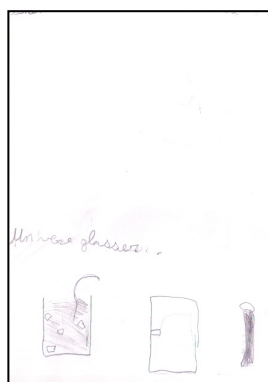
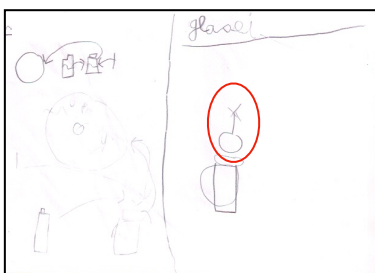
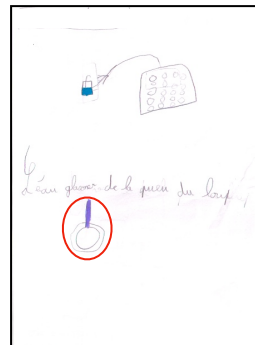
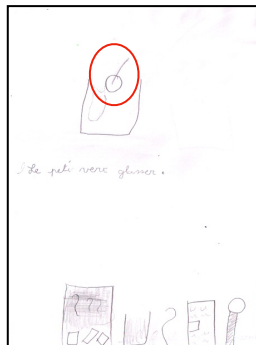
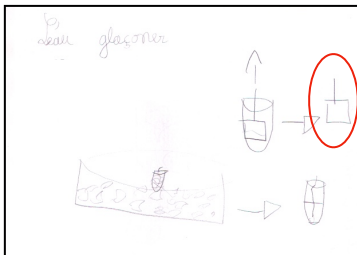
Expérience de solidification

Dans un deuxième temps, nous avons recueilli les représentations de l'expérience de solidifications par les élèves. D'une part pour travailler la compétence du socle commun qui demande de restituer les résultats des observations sous forme d'écrits variés et notamment des dessins ou des schémas, d'autre part pour qu'ils puissent rendre compte à travers ses représentations de ce qu'ils ont compris de l'expérience et si ils font un lien avec l'album. La consigne était : « Représente les différentes étapes de l'expérience. Donne un titre à ton dessin. »

Ci-dessous quelques uns des dessins :




Représentations de l'expérience de solidification par les élèves



Nous pouvons remarquer que certains élèves représentent les différentes étapes de l'expérience : le gobelet avec de l'eau et le fil de laine, puis le gobelet placé dans le mélange réfrigérant ou le déplacement du gobelet dans le

mélange réfrigérant symbolisé, enfin l'eau transformée en glace retirée du gobelet grâce au fil de laine.

Pour d'autres, la représentation reste plus difficile même si on retrouve souvent la glace et le fil de laine pris dans celle-ci . Le fil de laine pris dans la glace est souvent représenté en dehors du gobelet.

Pour toutes les représentations, il manque la dernière étape : celle où le fil de laine est libéré de la glace après fusion de celle-ci. Les élèves ont pu observer la transformation mais n'ont pas eu le temps de la représenter.

Comparaison questionnaire 1 avant et après la séquence

Qu'est-ce que la matière pour toi ?	
Je ne sais pas	6
La matière liquide	2
Gazeux	1
C'est doux	1
Liquide gazeux solide	1
Une transformation	1
total	12

Réponses initiales	
Je ne sais pas	7
Fruits et légumes	1
Matière grasse	6
Un solide	1
Du sucre	1
total	16

Donne un ou plusieurs exemples de matière	
Je ne sais pas	1
Liquide, solide, gazeux	2
Matière grasse, matière liquide	1
État liquide	2
Tissu	1
Du coton	1
De l'eau	1
Matière froide	1
Froid, chaud, tiède	1
Poulet	1
total	12

Réponses initiales	
Je ne sais pas	2
Matière grasse, sucrée, produits laitiers, etc	11
Matière douce	1
L'eau	1
Métal, sol	1
total	16

Est-ce que l'eau c'est de la matière ?	
Oui	6
Non	5
solide	1
Total	12

Réponses initiales	
Oui	2
Non	13
Non, car elle est liquide	1

Pourquoi gèle-t-elle ?	
Je ne sais pas	2
Parce qu'il faut du froid / parce qu'il fait froid	6
parce que l'eau est froide	2
Glacé	1
parce qu'il y a des glaçons	1
total	12

Réponses initiales	
Je ne sais pas	3
Parce qu'il fait froid	10
Quand il neige. l'eau devient de la glace	1
Parce qu'il fait chaud	1
Parce que le soleil est chaud	1
total	16

Que devient l'eau quand elle gèle ?	
De la glace	5
Un glaçon	5
Solide	1
Pas de réponse	1
total	12

Réponses initiales	
De la glace	7
Un glaçon	8
De l'eau glacée	1
total	16

Comment s'appelle cette transformation ?	
Je ne sais pas	6
Pas de réponse	1
De l'eau	1
Une matière	1
De l'eau qui gèle	1
De la glace	1
Je ne sais plus	1
total	12

Réponses initiales	
Je ne sais pas	9
La gélification	1
La transformation de l'eau glacée	1
Elle gèle	1
La glace	2
L'eau	2
total	16

Pourquoi la glace fond-elle ?	
Parce qu'il fait chaud	7
Parce qu'il y a du soleil	1
Pas de réponse	2
Parce qu'elle n'est pas dans le froid	1
Parce que le chaud fait fondre la glace	1
total	12

Réponses initiales	
Parce qu'il fait chaud	9
À cause du soleil	5
À cause de la chaleur	2
total	16

Que devient la glace quand elle fond ?	
De l'eau	10
Pas de réponse	1
liquide	1
Total	12

Réponses initiales	
Je ne sais pas	3
De l'eau glacée	12
Des miettes de glace	1
Total	16

Comment s'appelle cette transformation ?	
Je ne sais pas	6
De la glace	1
De l'eau	1
Pas de réponse	1
Je ne sais plus	1
La glace qui fond	1
La matière	1
total	12

Réponses initiales	
Je ne sais pas	12
L'eau	1
Fondre	1
La dégelification	1
La chaleur qui fond la glace	1
total	16

19 élèves étaient présents lors de cette séance mais 7 d'entre eux n'ont pas répondu, la plupart n'avaient pas assisté à l'ensemble des séances. Ils n'apparaissent pas dans le total des réponses. Il est à noter également que le questionnaire ne leur a été posé que 3 semaines après la reprise des cours après les vacances d'hiver suite à mon absence.

Nous constatons que :

- Les questions liées à la notion de « matière » restent problématiques avec une inflation du nombre de réponses proposées quand la question posée est ouverte. Il semble que les élèves essaient d'employer les mots vus au cours de la séquence tels que : transformation, liquide, gazeux, ou des propositions en rapport avec la température. Pourtant, il y a amélioration des réponses en lien avec l'eau. Le nombre d'élèves qui associent l'eau à de la matière passe de 2 à 6, cela reste faible mais cette augmentation

laisse entrevoir des points positifs sur le choix de construction de la séquence. Il est à la réponse « solide » difficile à interpréter.

- Les questions en lien avec les transformations ne montrent aucune amélioration sur la connaissance du nom par contre quand il s'agit de nommer en quoi le l'eau liquide se transforme, nous voyons apparaître le mot « solide » en plus de « glace » et « glaçon » déjà vu en lors du questionnaire de départ. Pour la fusion, nous retrouvons le mot « liquide » (une seule occurrence, ici aussi) en plus de « eau ».
- Pour expliquer les raisons de ces transformations, il y a aussi une amélioration, si nous mettons de côté la réponse « parce qu'il y a du soleil » qui n'implique pas nécessairement une hausse de la température, les autres réponses sont correctes : « il fait chaud » , « parce que le chaud fait fondre la glace » , « parce que la glace n'est plus dans le froid ». À travers, ces phrases nous sentons l'évolution de la pensée des élèves ce qui est moins visible dans les réponses données pour la solidification avec un plus grand panel de réponses contenant « parce que l'eau est froide », « parce qu'il y a des glaçons » qui ne rendent pas compte du fait qu'il faut du froid et atteindre une certaine température pour que la transformation est lieu.

Questionnaire 2¹³ :

Pour ce questionnaire, nous avons choisi d'analyser les réponses des douze mêmes élèves du questionnaire 1 auxquels nous avons ajouté deux élèves ayant répondu, dix élèves sur les dix-neufs présents n'ont pas répondu au questionnaire en totalité.

Dans les premières questions, les élèves devaient indiquer quelle expérience ils pouvaient mettre en place pour expliquer un changement d'état, nous analyserons les trois dernières questions :

Est-ce que l'histoire de la pêche à la queue t'aide pour expliquer l'expérience ?	
Oui	6

¹³ Voir questionnaire en annexe

Non	1
Je ne sais pas	2
Sans réponse	5
Pourquoi ?	
Oui	Parce que ça parle de la glace
	pour la queue du loup qui a gelé dans le lac
	parce que je peux bien comprendre
	oui parce que ça explique que Renart dit au loup de pêcher mais il se coince la queue dans la glace
	parce que c'est vrai
	parce que ça me donne des idées et je sais maintenant
Non	Je ne sais pas

Les élèves ayant répondu « oui » ont tous essayé de donner une explication, ce qui semble être un indice que l'album a joué un rôle, pour ces six élèves, dans la compréhension des changements d'états.

Pour finir, nous avons interrogé 5 élèves de cette classe, plusieurs semaines après la séquence. Les élèves ont été choisis parce qu'ils avaient été présents sur toutes les séances excepté pour un élève qui n'a pas assisté à la première.

De cet entretien¹⁴, il ressort :

- que les élèves qui ont été présents dès la première séance font l'analogie entre le livre et la réalité puis se détache peu à peu de la fiction.
- que les termes « liquide » et « solide » sont compris mais pas encore identifiés à des états de l'eau. Il est à noter que le mot « matière » n'a pas été amené dans la conversation, il faudrait prévoir un nouvel entretien avec les mêmes élèves et évoquer la matière et les états de la matière pour amener les élèves à faire l'analogie eau-matière comme ils ont fait l'analogie lac-eau.
- qu'ils savent que la température joue un rôle dans les changements d'états. Ils ont compris qu'il fallait 0° pour que l'eau se transforme en glace mais le fait

¹⁴ voir le verbatim en annexe

que la transformation soit réversible et ce passe à température constante sera à approfondir au CE2.

2) Résultats classe de CE1-CE2, Condorcet

La séquence dans cette classe s'est déroulée différemment, sur un temps beaucoup plus court. Malheureusement, lors de cette expérimentation, le temps nous a manqué également. Nous avons choisi d'analyser que quelques résultats pour cette classe.

Questionnaire 1

Qu'est-ce que la matière pour toi ?		
	CE1	CE2
Je ne sais pas	6	3
Ça sert pour construire	1	
Du papier	1	
De la neige	1	
De la pâte	1	
La force d'attraction		1
Des choses scientifiques, il y en a plusieurs		1
Quelque chose pour construire un objet		1
Faire des exercices sur la nature		1
Tout ce qu'il y a autour de nous est fait avec la matière		1

Qu'est-ce que la matière pour toi ?		
	CE1	CE2
Faire du sport		1
total	10	9

Donne un ou plusieurs exemples de matière		
	CE1	CE2
Je ne sais pas	5	2
Constructeur	1	
Feu	2	
Pas de réponse	2	
Gras, lisse		1
Un truc collant		1
Les novas, les trous noirs, la gravité		1
Une étoile		1
De l'eau, du plastique, de la pierre		1
Métal, acier, pierre, feu, eau, glace		1
Foot, tennis, rugby		1
	10	9

Est-ce que l'eau c'est de la matière ?		
	CE1	CE2
Oui	6	6
Non	1	3
Je ne sais pas	1	
Pas de réponse	2	
	10	9

Pourquoi l'eau gèle-t-elle ?		
	CE1	CE2
Je ne sais pas	4	
Avec le froid	2	
Si on met longtemps au congélateur, ça gèle	1	
Pas de réponse	3	
Parce q'il fait froid		4
Parce qu'il fait froid la nuit		1
Parce qu'il fait trop froid		1
Parce que la température atteint 0° C ou moins		1
Parce que normalement l'eau c'est un glaçon et le soleil fait fondre le glaçon		1
Car elle se transforme en une autre matière		1
	10	9

Que devient l'eau quand elle gèle ?		
	CE1	CE2
De la glace	3	7
Des glaçons	1	1
Elle gèle	1	
Pas de réponse	5	
Glacée		1
	10	9

Comment s'appelle cette transformation ?		
	CE1	CE2
Je ne sais pas	3	3
Pas de réponse	1	1
De la glace	1	2
Le gel	5	1
Des glaçons		1
Le refroidissement ou l'hiver		1
	10	9

Pourquoi la glace fond-elle ?		
	CE1	CE2
Pas de réponse	8	1
Parce que si tu mets le verre avec de la chaleur, l'eau, ça fond	1	
Avec de la chaleur	1	
Parce qu'il fait chaud		4
Parce que si on met dans le chaud, tout fond		1
Parce que la température revient à 12°C		1
À cause du soleil, la glace se réchauffe		2
	10	9

Que devient la glace quand elle fond ?		
	CE1	CE2
Pas de réponse	8	1
De l'eau	2	7
Liquide		1

Que devient la glace quand elle fond ?		
	CE1	CE2
	10	9

Comment s'appelle cette transformation ?		
	CE1	CE2
Pas de réponse	9	1
De l'eau	1	3
Le réchauffement ou le printemps		1
Je ne sais pas		3
Elle fond		1
	10	9

Grâce à ces résultats, nous constatons que :

- Les questions sur la matière : il y a beaucoup de réponses différentes, aucune ne fait allusion à la matière grasse ou sucrée. Il est à noter la réponse :« Tout ce qui nous entoure est de la matière ». Les CE1 ne donnent pas d'exemple de matière, la réponse « constructeur » étant difficilement analysable. Les réponses des CE2 sont beaucoup plus variées. Pour l'eau, 12 élèves sur 19 pensent que c'est de la matière, ce qui est un résultat très élevé en comparaison avec la classe de CE1 de René Cassin.
- Les transformations de l'eau en glace et de la glace en eau : si pour les CE2 le froid est une évidence pour la solidification 7 élèves sur 9 et la chaleur pour la fusion 8 sur 9, pour les CE1 seuls 3 sur 10 pensent que le froid va permettre la transformation et seulement 2 sur 10 proposent le mot chaleur pour la fusion. Pour le résultat de la solidification, 7 élèves de CE2 sur 9 et 5 de CE1 sur 10 pensent à la glace ou des glaçons, et pour la fusion, 7 élèves de CE2 sur 9 pensent que la glace devient de l'eau, 1 élève propose le mot liquide, les CE1 ont le résultat inverse seul 1 élève sur 10 pense que la glace se transforme en eau.

- Les noms des transformations : aucun élève ne connaît les mots fusion et solidification.

Questionnaire 2

Pour répondre à ce questionnaire, nous avons organisé la classe en binôme pour les CE2 et les CE1 répondaient à l'oral et l'enseignante écrivait les réponses.

Nous allons considéré l'ensemble des réponses aux questions alors que pour la classe de CE1 de René Cassin nous nous sommes intéressé uniquement aux questions portant sur l'album.

CE2		CE1
Quels sont les états de l'eau que tu connais?		
Liquide, solide, gazeux	5	L'eau solide : la glace; l'eau liquide; l'état gazeux : la vapeur d'eau. Le gaz est impossible à voir
Quelle expérience pourrais-tu mettre en place pour passer d'un état à l'autre ?		
Faire fondre un glaçon	1	E1 : Le gel. E2 : On met de l'eau et on met au congélateur. E3 : Ou dehors, si il gèle dehors
La fusion	2	
Pas de réponse	1	
Faire un mélange réfrigérant et mettre un tube rempli d'eau	1	
Total	5	
De quel matériel as-tu besoin pour ton expérience ?		
Des glaçons, de l'eau, un thermomètre, un tube		Gobelet, de l'eau, un fil pour faire la queue du loup.
Un petit gobelet, de l'eau liquide et du froid		
Pas de réponse		
Un glaçon, un radiateur, une barquette		
Un glaçon, du chaud, un gobelet.		
Est-ce que l'histoire de la pêche à la queue t'aide pour expliquer l'expérience ?		

CE2		CE1
Oui	3	Oui. Unanime
Non	2	
Pourquoi ?		
Oui Groupe 1 : cela nous apprend comment l'eau solide se transforme en eau liquide. Groupe 2 : parce qu'il fait froid donc ça gèle Groupe 3 : L'eau gèle quand il fait froid.		E1 : L'eau peut geler. E2 : On peut prendre quelque chose dans la glace et c'est bloqué.
Non : Groupe 1 et 2 : parce qu'on a appris à la maison.		
Comment appelle-t-on la passage d'un état à l'autre ?		
Groupes oui : Pas de réponse La fusion Fusion, solidification		Une transformation.
Groupes non : La fusion		

Dans ce questionnaire, il n'y a pas de rappel au mot « matière ».

Nous constatons que :

- Les états de l'eau sont cités tous les 3. Les élèves ont visionné une vidéo qui faisaient une présentation des états de l'eau pour inclure l'état gazeux qui est au programme pour les élèves de CE2.
- Tous les groupes proposent une expérience mais il y a encore confusion pour un groupe de CE2 qui propose la fusion comme expérience mais a besoin de froid dans sa liste de matériel. Deux groupes proposent la fusion comme expérience et ajoute dans leur liste de matériel soit un radiateur soit du chaud. In seul groupe propose la solidification et l'utilisation du thermomètre.

- Seul un binôme de CE2 propose le nom des deux transformations : solidification et fusion, trois autres nomment la fusion. Les CE1 pensent « transformation ».
- Une majorité des élèves dit que l'histoire de la pêche à la queue a été une aide pour expliquer les expériences, 15 élèves sur 19. La raison est que l'histoire apprend que l'eau gèle quand il fait froid. Il est difficile d'interpréter la réponse : « L'eau solide se transforme en eau liquide. » Erreur d'étourderie ou confusion entre solide et liquide ?

V. DISCUSSION

1. Discussion des principaux résultats

L'ensemble des résultats des deux classes permet de dégager quelques caractéristiques générales. Le déroulement de la séquence sur une période courte permet une meilleure motivation des élèves. La réponse aux questionnaires en fin de séquence n'a pas été complète dans la classe de CE1 parce qu'il y avait eu trop de temps entre la réalisation des expériences et les questionnaires. Dans l'ensemble des deux classes, l'album a permis aux élèves de s'intéresser à la séquence et d'acquérir de nouvelles connaissances et compétences:

- La transformation de l'eau en glace et de la glace en eau.
- Le besoin de froid pour la solidification et de chaleur pour la fusion.
- Représenter une expérience par un schéma ou un dessin, donner un titre à sa représentation.

Nous avons constaté que même pour les CE2, les mots de solidification et de fusion sont difficiles à retenir et que la notion de transformation à température constante peut être abordée mais que ce ne peut pas être une connaissance que l'on peut exiger des CE1 : la connaissance devra être approfondie au CE2 et dans les cycles suivants.

Les élèves ont tous été appliqués dans les expériences, l'analogie avec l'album a permis à certains de trouver un intérêt dans la séquence proposée, la principale difficulté pour les élèves est de répondre par écrit aux questionnaires. Dans le cadre d'une recherche, il est important de repenser la séquence en tenant compte du temps nécessaire au questionnement oral des élèves et à l'enregistrement de leurs réponses.

2. Les limites de notre recherche

A. La procédure

Le temps est un facteur non pris en compte dans notre analyse *a priori* mais qui joue un grand rôle dans cette séquence : temps de la solidification, temps de la fusion, temps des entretiens avec les élèves avant, pendant, après les activités et après la séquence. Nous aurions dû en tenir compte pour faciliter le recueil de données et mener des entretiens avec des petits groupes d'élèves en plus grande quantité.

Il apparaît important de faire une première expérimentation pour améliorer la séquence et qu'elle soit ensuite proposée dans une autre classe pour évaluer l'apport des changements. Par exemple, si nous nous basons sur notre première expérimentation, pour notre recherche, il faudrait prévoir séquence en amont pour travailler sur le relevé de températures et la notation des résultats sur un tableau à double entrée température/durée. L'étude de la polysémie du mot « matière » devrait également être travaillé en français pour permettre aux élèves de comprendre de quelle matière nous parlons dans les expériences sur les changements d'états de l'eau.

Dans les conditions de l'alternance, école ne se trouve pas dans la même ville que le lieu d'études. En étant présent un seul jour dans la semaine sur l'école, il s'est avéré difficile de s'organiser pour interroger les élèves en petits groupes sur leur connaissance et leur interprétation des expériences et de l'apport de l'album. Cela aurait nécessité plus de temps en dehors des heures de classe avec les élèves.

La prise en compte de l'enseignant, « acteur à part entière de la situation didactique, tout aussi imprévisible et prévisible que l'élève dans son comportement .» (M.Artigues, 2002). Il serait intéressant de proposer la séquence à d'autres enseignants pour avoir leur retour d'expérience et leur avis sur la séquence afin de la faire évoluer.

B. Les imprévus

La situation sanitaire, les sorties cinéma et autres projets en cours dans l'école et dans les classes qui se retrouvent déplacer à cause de la météorologie (créer un espace de permaculture, par exemples) amènent à décaler une séance. dans le cadre de l'alternance, il pouvait s'écouler deux semaines entre deux séances ce qui est un temps beaucoup trop long surtout pour des élèves de CE1.

Le manque de matériel a été un paramètre à prendre en compte. Nous avons utilisé des thermomètres de congélateur, mais avoir des thermomètres à réservoir à alcool auraient été plus judicieux pour l'expérience de mesure de température du changements d'états.

Le restaurateur, chez qui nous prenions la glace, n'a pas voulu nous en donner pour la séance 4, celle de la mesure de température. Nous n'avons pas réussi à produire le mélange réfrigérant nécessaire à l'expérience.

Tous paramètres imprévisibles demandent des ajustements sur le moment qui se révèlent quelques fois impossibles, toujours perturbateurs pour la réussite des apprentissages.

3. Perspectives de recherche

Comme nous l'avons évoqué plus haut, il faudrait repenser la séquence en intégrant les moments de discussion en petits groupes, proposer la séquence à un autre enseignant qui pourrait pointer les faiblesses et les forces des situations proposées aux élèves, l'adapter à d'autres thèmes par exemple la germination et les besoin des plantes avec des albums comme *Non, je n'ai*

jamais mangé ça ! de Jennifer Dalrympe ou les métamorphoses de la chenille en papillon avec *La chenille en danger* de Irmgard Lucht, *La chenille qui fait des trous* de Eric Carle.

VI.CONCLUSION

Cette recherche bien qu'incomplète, a tenté d'apporter des réponses aux questions que nous nous étions posées.

L'année universitaire que nous venons de vivre était intermédiaire entre deux formules du MASTER et les nouvelles charges incombants aux alternants, qui paraissaient au départ un avantage pour cette recherche, se sont révélées plutôt être un inconvénient.

Nous cherchions à savoir si l'utilisation d'un album de fiction réaliste dans la construction d'une séquence pouvait aider à lever les obstacles dans la compréhension que l'eau est de la matière en abordant les deux états de l'eau liquide et solide, leurs transformations et la réversibilité de ces transformations. Après analyses de nos résultats, nous pouvons constater que la construction d'une séquence autour d'un album peut aider les élèves à émettre des hypothèses pour proposer des expériences dont ils se souviennent, notamment parce que le phénomène de solidification est « spectaculaire » aux yeux des élèves et qu'ils peuvent faire l'analogie avec l'aventure du loup. La construction du lexique reste difficile mais ils parviennent à expliquer avec leurs mots les phénomènes ce qui est très encourageant. Le questionnement, même après un temps long, pour réactiver les connaissances, a pu être facilité par le rappel de l'histoire. Il semble donc que l'album de fiction réaliste peut être un élément à intégrer pour expliquer certains phénomènes en sciences à l'école primaire.

Mais comme précisé plus haut, les limites de notre recherche sont multiples. Nous pouvons en citer plusieurs : dans le cadre d'une recherche, il est important de penser sa séquence en tenant compte du temps à accorder au recueil de données, ne pas se limiter à une expérimentation même si dans le

cadre d'une ingénierie, nous n'avons pas comme objectif la généralisation et donc un grand nombre d'expérimentation, d'où l'intérêt de proposer la séquence à des collègues enseignants et d'intégrer leur retour dans notre recherche. Il serait donc intéressant de pouvoir reprendre cette recherche en ajoutant ces paramètres.

Enfin, notre recherche était pensée pour la matière eau et ses changements d'états, il serait intéressant de pouvoir élargir les thèmes de séquence et les niveaux de classe sur la matière, le vivant, les objets, avec pour objectif de constituer une liste d'albums de fiction réaliste, une banque de séquences mises à disposition pour être utilisées par les enseignants qui le désirent et enrichies de leurs expérimentations.

VII. BIBLIOGRAPHIE

Articles de recherche et ouvrages

ARTIGUE, Michèle. (1988). Ingénierie didactique. *Recherches En Didactique Des Mathématiques*, 9(3), 281–308. <https://revue-rdm.com/1988/ingenierie-didactique-2/>

ARTIGUE, Michèle. Ingénierie didactique : quel rôle dans la recherche didactique aujourd'hui?. In les dossiers des sciences de l'éducation, 2002-8-pp.59-72.consulté le 18 mai 2021 https://www.persee.fr/doc/dsedu_1296-2104_2002_num_8_1_1010

ASTOLFI Jean-Pierre et DEVELAY Michel. « L'émergence de la didactique des sciences », dans : Jean-Pierre Astolfi éd., *La didactique des sciences*. Paris cedex 14, Presses Universitaires de France, « Que sais-je ? », 2016, p. 3-9, consulté le 28 décembre 2021. Mis en ligne sur Cairn.info le 30/06/2016. ISBN en ligne 9782130785828. <https://doi-org.gorgone.univ-toulouse.fr/10.3917/puf.astol.2016.01>

BISAULT, Joël et BERZIN, Christine. « Analyse didactique de l'activité effective des élèves en sciences à l'école primaire », *Éducation et didactique* [En ligne], 3-2 | Juin 2009, mis en ligne le 01 juin 2011, consulté le 18 octobre 2021. URL : <http://journals-openedition.org/gorgone.univ-toulouse.fr/educationdidactique/510> ; DOI : <https://doi-org.gorgone.univ-toulouse.fr/10.4000/educationdidactique.510>

BRUGUIÈRE, Catherine, HÉRAUD, Jean-Loup, ERRERA, Jean-Pierre et REMBOTTE, Xavier. « Mondes possibles et compréhension du réel. La lecture d'un album en cycle 2 comme source de questionnement scientifique», ASTER n° 44| 2007 pages 69-106

DE HOSSON, Catherine et ORANGE, Christian. « Les résultats des recherches en didactique des sciences et des technologies : quelle validité et à quelles conditions ? », *RDST* [En ligne], 20 | 2019, mis en ligne le 31 décembre 2019, consulté le 18 mai 2021. URL : <http://journals.openedition.org/rdst/2626> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/rdst.2626>

Yann LHOSTE, Yann et ORANGE, Christian. « Quels cadres théoriques et méthodologiques pour quelles recherches en didactique des sciences et des technologies ? », *RDST* [En ligne], 11|2015 p 9-24 URL : <https://doi-org.gorgone.univ-toulouse.fr/10.4000/rdst.979>

REVERDY, Catherine (2018). Les recherches en didactique pour l'éducation scientifique et technologique. Dossier de veille de l'IFÉ, n° 122, février [en ligne], ENS de Lyon. Consulté le 12 mars 2021 : <http://ife.ens-lyon.fr/vst/DA/detailsDossier.php?parent=accueil&dossier=122&lang=fr>

SOUDANI, Mohamed, HÉRAUD, Jean-Loup, SOUDANI-BANI, Oifa et BRUGUIÈRE, Catherine. « Mondes possibles et fiction réaliste. Des albums de jeunesse pour modéliser en science à l'école primaire », *RDST* [en ligne], 11 | 2015, mis en ligne le 21 septembre 2017, consulté le 05 décembre 2020. URL : <http://journals.openedition.org/rdst/1013> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/rdst.1013>

Manuels et sites à l'usage des enseignants

BLANQUET, Estelle. *Sciences à l'école, côté jardin*. Le guide pratique de l'enseignant. Editions de Somnium. ISBN 978-2-91 8696-18-6

FONDATION LA MAIN À LA PÂTE.

#BillesDeSciences

Billes de Sciences #10 : Tamar Saison - Les changements d'état de la matière

BUGEAT, Vincent et alii. *Matière, vivant, objet CP-CE1*. Editions Retz, collection : Comprendre le monde, 2019. ISBN : 978-2-7256-3552-1

RAOUL-BELLANGER, Aurélie et PANIS, Ladislas. *10 projets Matière, vivant, objet Cycle 2*. Editions Retz, Collection Comprendre le monde, 2019. ISBN : 978-2-7256-3772-3

Documents institutionnels

Ministère de l'Éducation Nationale. Programme du cycle 2 publié au BO n°31 du 30 juillet 2020 [en ligne]. <https://eduscol.education.fr/84/j-enseigne-au-cycle-2>

Ministère de l'Éducation Nationale. *Questionner le monde, cycle 2. Inscrire son enseignement dans une logique de cycles : Qu'est-ce que la matière ?* Document d'accompagnement aux programmes, [en ligne], https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Le_monde_du_vivant/00/1/RA16_C2_QMON_1_ens_logique-cycle_la_matiere_555001.pdf

Albums de jeunesse

Battault, Paule et Ragondet, Nathalie. *Renart et la pêche à la queue*, une histoire adaptée du Roman de Renart. Toulouse : Milan, 2016. Mes p'tits CONTES. Version Kindle book

CARLE, Eric et BOURGUIGNON, Laurence pour la traduction. *La chenille qui fait des trous*. Namur : Mijade, 1995

DALRYMPE, Jennifer. *Non, je n'ai jamais mangé ça !* Paris : l'école des loisirs, 1997. ARCHIMÈDE.

LUCHT, Irmgard et BERTRAND, Pierre pour la traduction. *La chenille en danger ?* Paris : l'école des loisirs, 1997. ARCHIMÈDE.

Mémoires

HUET, Anaïs. *La place des albums de jeunesse dans l'enseignement de la démarche d'investigation en sciences à l'école primaire*. Mémoire de MASTER MEEF 1er degré, 2ème année. Blois : INSPÉ Centre Val de Loire et université d'Orléans, 2020.

BEAUJAL, Delphine. *La place du calcul mental à l'école élémentaire dans les pratiques enseignantes en 2020*. Mémoire de MASTER MEEF 1er degré, 2ème année. Albi : INSPÉ de Toulouse et université Jean Jaurès.

ANNEXES

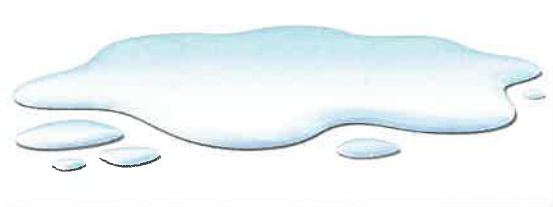
N°	Descriptif
1	Séance : <i>Matière, vivant, objet au CP-CE1 Éditions Retz</i>
2	Billes de sciences#10 Fondation L@map
3	Séance : <i>Sciences à l'école, côté jardin - E.Blanquet</i>
4	Questionnaire 1
5	Séances détaillées de la séquence
6	Schéma de l'expérience : température de changement d'état
7	Questionnaire 2
8	Verbatim entretien avec 5 élèves de CE1

SÉQUENCE 3

Qui va gagner la course aux glaçons ?

L'ESSENTIEL À SAVOIR POUR L'ENSEIGNANT

ÉTAT SOLIDE ET ÉTAT LIQUIDE



D'un point de vue physique, il n'y a pas de véritable frontière entre liquide et solide. Ici, il suffira à l'enseignant de savoir que les liquides et les gaz s'écoulent facilement (ce sont les *fluides*), ce qu'on mesure par leur viscosité (capacité à s'écouler plus ou moins : un liquide très visqueux s'écoule difficilement). Les solides n'ont pas nécessairement de forme propre (cf. étape 2), mais ils possèdent une viscosité très grande. Le critère de la forme du récipient pris par les liquides est critiquable scientifiquement et pédagogiquement, c'est pourquoi il ne sera pas retenu. Le principal obstacle est ici sémantique,

entre le mot « solide » (substantif) en physique et l'adjectif « solide » avec toutes ses connotations. Quant aux poudres, parfois appelées « solides en poudre », elles ne sont pas à mettre sur le même plan, car ce sont des collections de solides et non des objets séparés : si une goutte d'eau a les mêmes propriétés qu'un litre d'eau, un grain de riz est un solide et ne se comporte pas comme un kg de riz que l'on peut verser... Formées de solides en général microscopiques, les poudres ont des propriétés communes avec les liquides (elles s'écoulent), mais aussi des différences : on peut faire un tas de sable, pas un tas d'eau. Ces corps ne peuvent tout au plus qu'être évoqués au cycle 2 pour marquer leurs différences avec solides et liquides. Il convient aussi de distinguer les états solides et liquides des notions de solide et liquide ; tous les solides ne fondent pas (du bois brûle, par exemple), la notion d'état sera construite en cycle 3, en reposant partiellement sur les notions visées dans cette séquence, notamment dans l'étape 3.

LES CHANGEMENTS D'ÉTAT

En ce qui concerne les changements d'état, l'objectif essentiel pour le cycle 2 est de relier les transferts de chaleur à la fusion (apport de chaleur) et à la solidification (dégagement de chaleur). La réversibilité et la généralité de ces changements d'état sont elles aussi importantes. La notion de température fixe (0 °C pour ce changement d'état) sera abordée mais ne prendra toute son importance qu'au CE2 avec l'exemple de l'ébullition de l'eau.

DÉROULEMENT DE LA SÉQUENCE

Cette séquence vise à installer l'essentiel des notions à maîtriser par les élèves en ce qui concerne les notions d'état solide et d'état liquide. Elle se déroule en 4 étapes : identification des différences entre solides et liquides, précision sur les différents solides (déformables ou pas), changement d'état solide-liquide puis l'inverse. Tout ce qui concerne l'état gazeux sera, comme explicité dans les programmes, traité au CE2.

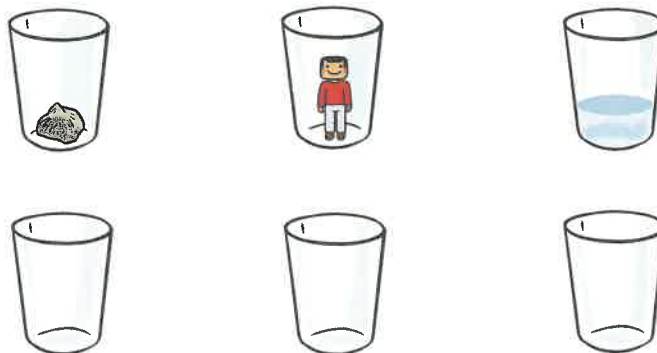
Connaissances et compétences associées

- Reconnaître les états de l'eau et leurs manifestations dans divers phénomènes naturels.
- Mettre en œuvre des expériences simples impliquant l'eau.

DURÉE : 2 h 30.

ÉTAPE 1

SOLIDE OU BIEN LIQUIDE ?



DURÉE 30 minutes environ

ORGANISATION en classe entière pour le lancement et la synthèse finale, par groupes pour les phases expérimentales.

MATÉRIEL

- verres en plastique transparent
- objets solides
- eau
- supports en carton (un par groupe)
- affiche A3 vierge

1) DÉFINIR CE QU'EST UN SOLIDE ET DIFFÉRENCE AVEC UN LIQUIDE. Interroger les élèves :

> **Qu'est-ce qu'un solide ? Qu'est-ce qu'un liquide ?**

Il est important que les élèves puissent dépasser des définitions uniquement en termes d'exemples (un liquide, c'est comme l'eau), mais expriment quelques attributs (un solide c'est dur, résistant, etc.).

Les propositions des élèves sont écrites au tableau ou sur une affiche et seront exploitées à l'étape 2.

2) UN DÉFI EST ALORS PROPOSÉ AUX ÉLÈVES. Les élèves sont en binômes.

> **Vous disposez de trois verres avec quelque chose dedans, et de trois verres vides ; vous devez faire passer l'intérieur de chaque verre rempli à un verre vide, mais sans bouger les verres remplis (qui sont fixés sur un support en carton). À vous de jouer !**

Les élèves déplacent rapidement les objets solides, mais sont perplexes pour celui contenant de l'eau : ils trempent leurs doigts, etc. On peut leur proposer éventuellement de disposer d'un matériel supplémentaire : des cuillers et des pailles.

3) MISE EN COMMUN (après quelques minutes).

> **Que s'est-il passé ? Pourquoi n'a-t-on pas pu transvaser l'eau, alors que les solides n'ont posé aucun problème ?** Parce que l'eau glisse, elle coule, on ne peut pas la prendre par un bout comme les autres objets, etc.

4) STRUCTURATION. À partir des propositions des élèves, une affiche est remplie collectivement, avec une colonne pour les solides et une autre pour les liquides. Les principaux qualificatifs des solides et des liquides énoncés par les élèves y sont notés. Cette affiche est destinée à être utilisée et complétée à l'étape suivante.

CE QUE NOUS AVONS APPRIS

Un solide on peut le prendre et le poser. Il peut être résistant ou bien mou.

Un liquide coule et s'écoule. Il faut un récipient pour le mettre et le transporter.


ÉTAPE 2

DES SOLIDES PAS SOLIDES

DURÉE 45 minutes environ

ORGANISATION en classe entière pour le lancement, les mises en commun et la synthèse finale, par groupes pour les phases expérimentales et de recherche

MATÉRIEL • verres en plastique transparent

- objets solides
- objets mous
- eau
- supports en carton (un par groupe)
- affiche A3 de l'étape 1
- fiche activité 1 et son corrigé 

1) DÉFI. On repose le même défi qu'à l'étape précédente, avec cette fois 5 verres : deux contenant des solides indéformables, deux contenant des solides comme du papier, de la pâte à modeler, et le dernier de l'eau.

2) LA MISE EN COMMUN SE FAIT EN DEUX TEMPS : un rappel de la différenciation solide-liquide faite à l'étape 1 ; puis une réflexion sur les solides qui restent, en faisant appel si nécessaire aux attributs donnés par les élèves pour les solides en s'appuyant sur l'affiche rédigée précédemment :

> **Le papier est-il dur ? Solide ? La pâte à modeler est-elle indéformable ?**

3) STRUCTURATION. Il est nécessaire de préciser la catégorie « solides » vue précédemment : il existe des solides qui sont « solides », donc durs, etc. Et il existe des solides mous, déformables, bref des solides pas solides. C'est l'occasion d'un rappel ou d'une découverte grammaticale sur la distinction entre nom commun et adjectif.

La fiche activité 1 peut alors être remplie par les élèves, pour fixer les notions travaillées pendant ces deux étapes. En fonction des compétences de lecture et d'écriture des élèves, l'enseignant choisira de leur faire découper des étiquettes à coller au bon endroit, ou bien de leur faire recopier, ou colorier de façon différente, ce qui se rapporte à un solide et à un liquide, ou enfin d'écrire, ou une combinaison de ces choix.

4) RÉINVESTISSEMENT par une activité ludique incluant le domaine du langage.

Organisation de la classe : par groupes ou par demi-classe. En un temps court et défini (3 min.), chaque groupe doit trouver le plus de réponses correctes possibles. Celui qui en trouve le plus gagne.

1^{re} proposition d'activité : (des solides pas solides)

- > Trouvez un ou plusieurs exemples de solides, différents de ceux utilisés, pour chacun des adjectifs comme : fragile, mou, cassant, déformable, friable (antonymes des qualificatifs définis dans l'étape 1 pour les solides), etc.

2^e proposition d'activité :

- > Trouvez le maximum d'antonymes de l'adjectif « solide », mais qui s'appliquent aux solides déformables utilisés.

3^e proposition d'activité :


- > Proposez une liste la plus longue possible de solides « solides », et une liste de solides « peu solides ».

ÉTAPE 3

LA COURSE AUX GLAÇONS

DURÉE 45 min

ORGANISATION par groupes

MATÉRIEL • 1 plaque chauffante pour la classe (ou four à microondes)
• 1 casserole
• 1 glacière quand il n'y a pas de réfrigérateur dans l'école
• fiche activité 2 et son corrigé 

POUR CHAQUE GROUPE • 1 verre en plastique (si possible transparent pour faciliter la schématisation)
• 1 petit glaçon

1) SITUATION D'ENTRÉE. L'enseignant montre les petits glaçons et pose le problème.

- > **C'est une course : vous allez devoir faire fondre ces glaçons le plus vite possible ; le plus rapide sera le gagnant, et ainsi de suite. Quand tous les groupes auront décidé comment faire, je vous donnerai les glaçons pour que tout le monde parte en même temps.**

Stratégies attendues énoncées à l'enseignant dans chaque groupe :

Mettre le glaçon sur le radiateur, près d'une lampe, dans sa main, au soleil, dans l'eau, etc.

Remarques :

1. Cette séance est plus riche en saison froide, car d'une part les radiateurs fonctionnent, et d'autre part les élèves seront en général surpris de voir que dehors, même au soleil, lorsqu'il fait froid les glaçons ne fondent que peu ou pas du tout (dans le cas de températures négatives).

2. Un glaçon dans l'eau fond très rapidement, même dans l'eau froide (c'est aussi une dissolution). Il peut être alors utile de comparer la fusion de deux glaçons identiques dans l'eau froide et l'eau chaude pour bien faire ressortir le rôle de la chaleur, but de cette expérience.

2) EXPÉRIMENTATION.

- > **Dessinez votre solution pour faire fondre le glaçon le plus vite possible.** (fiche activité 2, première partie)

- > **Mettez maintenant votre glaçon là où vous pensez qu'il fondra le plus vite ; vous le surveillez et vous remplissez en même temps la fiche d'observation.** (fiche d'activité 2, deuxième partie).

Les élèves placent leur glaçon et, tout en le surveillant, remplissent la fiche d'activité. Le but de celle-ci, outre la trace écrite qu'elle représente et l'entraînement à la schématisation et à l'observation, est de faire prendre conscience à tous les élèves du caractère progressif du changement d'état : l'eau remplace petit à petit la glace. L'enseignant note au tableau le choix et l'ordre d'arrivée des différents groupes.

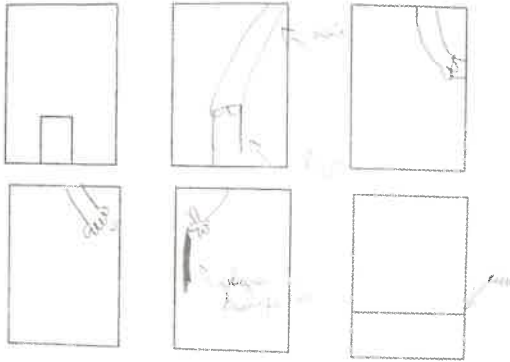
Pour ceux qui choisiraient de faire fondre le glaçon avec de l'eau chaude, leur faire marquer d'un trait le niveau de l'eau ajoutée au départ et le comparer avec le niveau de l'eau à la fin : on voit qu'il a augmenté car le glaçon, en fondant, s'est transformé en eau.

Qui va gagner la course aux glaçons ? • SÉQUENCE 3

Fiche activité

Nom : Estelle

COMMENT J'AI VU FONDRE LE GLAÇON



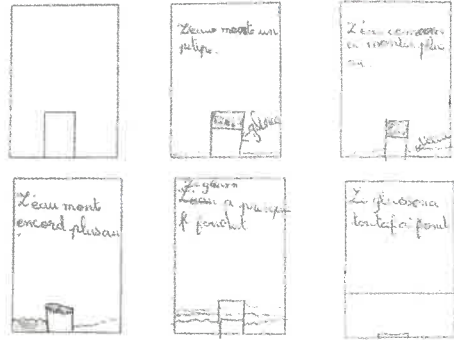
Rajoute les noms là où il faut : glace, eau

5

Fiche activité

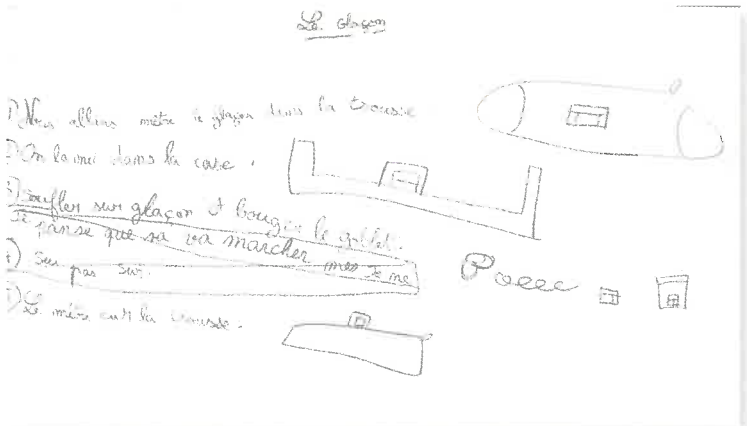
Nom : Zizi

COMMENT J'AI VU FONDRE LE GLAÇON



Rajoute les noms là où il faut : glace, eau

6



3) SYNTHÈSE DES RÉSULTATS.

L'enseignant la réalise en questionnant les élèves sur leur interprétation des résultats.

Exemple de trace écrite :

Plus il fait chaud, plus la glace fond vite : c'est la chaleur qui fait fondre le glaçon.
Certains élèves ont déjà conscience de ce paramètre, mais de façon plus ou moins nette.
Les élèves réalisent sur leur cahier un schéma du type :

On chauffe
EAU SOLIDE (glace) → EAU LIQUIDE

ÉTAPE 4

NOUVEAU PROBLÈME À RÉSOUDRE ET RÉALISATION

DURÉE 30 min

ORGANISATION en classe entière, puis par groupes

MATÉRIEL • chocolat

- moules à gâteaux
- moyen de chauffage
- casserole

1) L'ENSEIGNANT POSE UN NOUVEAU PROBLÈME (culinaire, avec une motivation explicite !).

> **Nous allons faire des chocolats à la forme de ces moules ; pour cela j'ai du chocolat solide, mais comment lui donner la forme des moules ?**

On le casse, on le fait rentrer de force, on le fait fondre...

Cette dernière méthode est suggérée par le contexte (et le rappel éventuel des 2 étapes précédentes), et elle est la seule qui permette de répondre à la consigne et d'avoir des objets entiers.

2) L'ENSEIGNANT PRÉSENTE LES DEUX TRANSFORMATIONS qui permettent d'obtenir un objet de la forme souhaitée : une fusion comme dans la première phase, puis une solidification, liée à un refroidissement.

Pour des raisons de sécurité, c'est l'enseignant qui fait fondre le chocolat et le verse dans les moules de chaque groupe.

3) SYNTHÈSE ET TRACE FINALE.

La synthèse sera réalisée à partir de 2 éléments.

Le schéma de changement d'état sera complété par les élèves comme ci-dessous :

On chauffe
EAU SOLIDE (glace) → EAU LIQUIDE
←
On refroidit

Exemple de trace écrite :

Quand l'eau est refroidie suffisamment, elle se transforme en glace : c'est la solidification ; la glace chauffée se retransforme en eau, c'est la fusion.

D'autres matières comme le chocolat peuvent fondre et se solidifier.

PROLONGEMENTS POSSIBLES

- Il est facile d'imaginer d'autres exemples de corps dont on peut observer le double changement d'état : beurre, miel, cire de bougie, etc.
- En arts visuels, on peut montrer les tableaux de Dali avec les montres molles.

SOLIDE OU LIQUIDE ?

Place les étiquettes au bon endroit.

UN SOLIDE DUR :

UN SOLIDE MOU :

UN LIQUIDE :

On peut le prendre avec deux doigts.

Il est résistant.

Il coule.

Il faut un récipient pour le mettre.

On peut le prendre avec deux doigts.

On peut le poser sur une table.

On ne peut pas le prendre avec les doigts.

Il s'écoule.

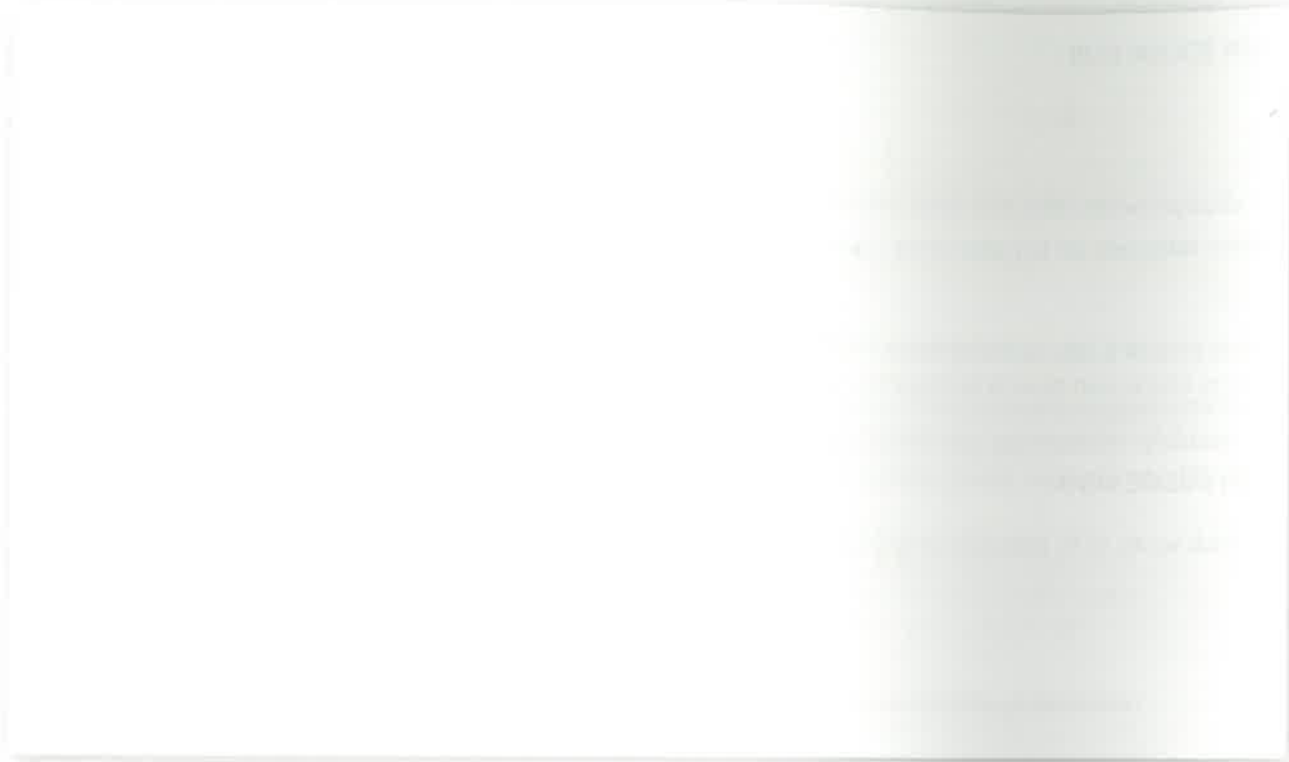
Il est dur.

On peut le casser.

On peut le poser sur une table.

COMMENT FOND UN GLAÇON ?

① Comment vais-je faire fondre mon glaçon ? Dessine ton expérience.



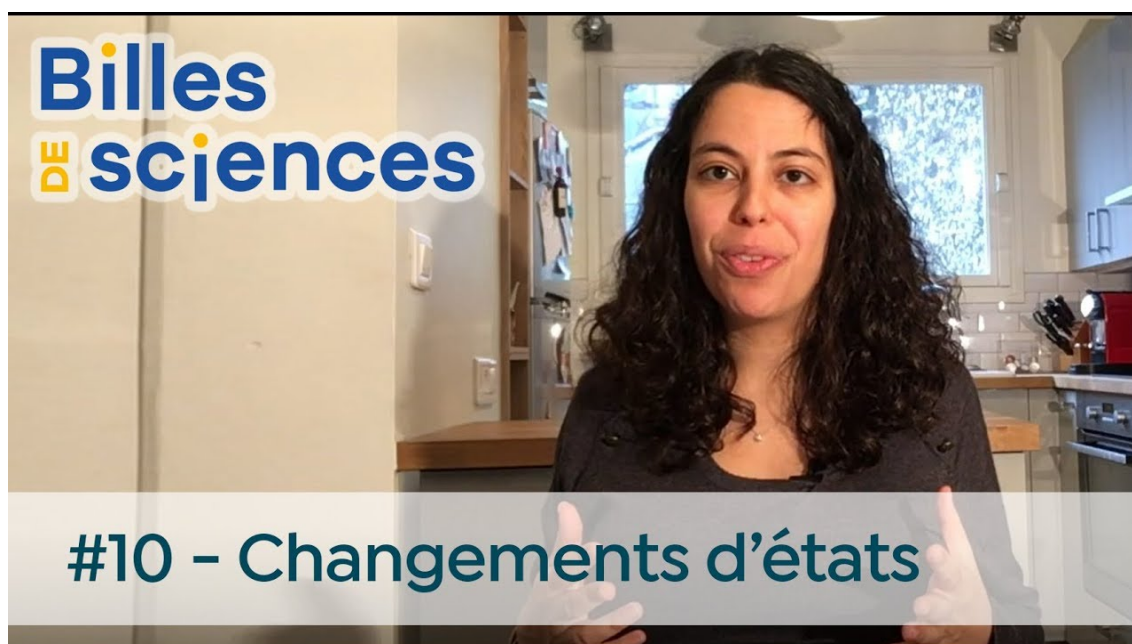
② Comment j'ai vu fondre mon glaçon ? Complète le dessin et légende-le avec les mots suivants : glace/eau.

Dans certains cas tu auras besoin d'utiliser les deux mots.



Annexe 2

La Fondation La Main à la Pâte



Solide, liquide : deux états d'une même matière ?

E-04

Objectif général :

La glace et l'eau liquide sont deux états d'une même matière.
Le changement d'état se fait à température constante.



Lien avec le programme :
changements d'état,
mélanges et solutions



Cycles 2 & 3



2 à 4 heures suivant
les activités réalisées




Séquence M-13
*Glace et eau,
une même matière ?*

Séquence E-09
Se dissoudre ou pas

Séquence E-06
L'ébullition


Séquence E-15
Découvrons la densité

Matériel


 *Par groupe* : 1 saladier, transparent de préférence ; 1 petit pot en plastique ;
1 tube à essai en plastique ; 1 brin de laine ; du carton ; 1 cuillère ;
2 thermomètres ; 1 pince à linge ; 200 g environ de sel fin ; 1 torchon ;
1 marteau ; de la glace pilée (assez pour remplir le saladier).

Pour l'enseignant : « La Pêche à la queue », extrait du *Roman de Renart* (e.g. Milan éd., 1997) ; 1 cutter ; liquide antigel ; 1 balance de cuisine.

Budget

 Album jeunesse : 16 € ; produits alimentaires consommés : 3 € ; thermomètre :
4 € l'unité ; reste du matériel empruntable.

Préparation : 10 minutes

 Découpage des bouteilles pour piler la glace. Lettre aux parents pour suggérer
quelques expérimentations à la maison.
La veille, placer des bouteilles d'eau au congélateur. Découper avec précaution
au cutter les bouteilles congelées (pour pouvoir ensuite récupérer facilement la
glace pilée). Placer chaque bouteille dans un torchon et laisser les élèves piler la
glace. Graduer des axes pour représenter l'évolution de la température d'une
eau qui se refroidit en fonction du temps. Photocopier la feuille pour les élèves
de cycle 3.

Conditions spécifiques

Réaliser de préférence ce travail en hiver.
Les élèves doivent savoir lire la température avec un thermomètre (cf. Annexe
1). Si des élèves ont déjà fait une partie des expériences à la maternelle, cela
permet d'évaluer ce qu'ils en ont retenu. La répétition ne pose pas de difficulté :
les élèves sont toujours ravis d'observer de l'eau qui gèle.

Difficultés travaillées :

On ne peut pas obtenir de l'eau liquide aussi froide qu'on le veut. Un
mélange d'eau liquide et de glace garde une température constante.
Lorsqu'on ajoute une autre substance comme du sel à de la glace, elle peut
fondre et la température baisser dans le mélange (mélange réfrigérant).

€-04

Solide, liquide : deux états d'une même matière ?

Déroulement
succinct

Étapes	Objectifs	Modalités de mise en œuvre
De quoi a-t-on besoin pour faire comme dans l'histoire ?	S'approprier un problème. Proposer un dispositif expérimental pour fabriquer de la glace. Comparer un dispositif expérimental au contenu d'une histoire et faire des liens.	<i>Travail individuel puis mise en commun</i>
Que se passe-t-il dans le pot ?	Observer la solidification de l'eau et faire un dessin du dispositif.	<i>Travail en groupe puis mise en commun</i>
Comment la température évolue-t-elle dans le tube quand l'eau se solidifie ?	Relever des températures et observer un palier.	<i>idem</i>
Comment évolue la température dans le tube quand la glace fond ?	<i>idem</i>	<i>idem</i>
Peut-on refroidir l'eau liquide autant qu'on le souhaite ? Comment obtenir de l'eau liquide en dessous de 0°C ?	Réinvestir ses connaissances. Lorsqu'on mélange l'eau à d'autres produits, le mélange peut rester liquide à des températures inférieures à 0°C.	<i>idem</i>
En hiver, on vide les canalisations extérieures de leur eau et on arrête les fontaines : comment expliquer ces précautions ?	Quand de l'eau se transforme en glace, sa masse reste constante mais son volume augmente.	<i>Expérimentation collective</i>

Solide, liquide : deux états d'une même matière ?

E-04

1/De quoi a-t-on besoin pour faire comme dans l'histoire ?



Travailler à partir d'un récit imaginaire ou d'un album nécessite quelques précautions. Il est important de différencier ce qui relève de l'histoire de ce qui peut advenir dans le monde réel. Certains phénomènes peuvent être communs à ces deux mondes, d'autres non (on est alors dans la « fantaisie »). *Est-ce que c'est possible ?* est une question qui pose la démarcation entre ces deux mondes. On peut alors chercher des dispositifs pour « faire comme dans l'histoire ».

Il existe de nombreuses versions plus ou moins simplifiées de la pêche à la queue. Nous nous attachons à ce qu'il arrive à la queue du loup Ysengrin. Il l'a plongée dans de l'eau et au bout d'un moment elle est coincée dans la glace.

Est-ce possible ? Au cycle 2, la plupart des élèves savent que, quand il fait froid, l'eau se transforme en glace. Ce n'est donc pas une surprise.

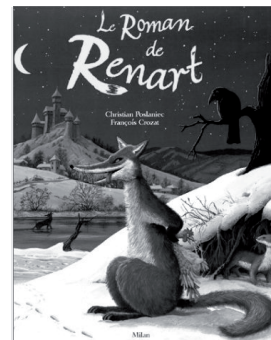
Peut-on faire comme dans l'histoire ? De quoi a-t-on besoin pour cela ? On n'a ni loup, ni lac et il ne gèle pas forcément dehors. On peut substituer à la queue d'Ysengrin quelque chose que l'on fera tremper dans de l'eau liquide : un brin de laine fait très bien l'affaire (on peut en glisser l'autre extrémité dans un loup en carton). Le lac peut être remplacé par un petit pot en plastique dans lequel on aura mis un peu d'eau. Il faut maintenant « du froid ». Les élèves peuvent proposer de mettre le pot dans un réfrigérateur, dans le freezer, dans un congélateur, dehors...

S'il n'est pas possible de tester ces différents dispositifs en classe, les élèves peuvent les réaliser à la maison et revenir avec les résultats : l'eau se change en glace dans le freezer, pas dans le réfrigérateur. Suivant la température extérieure, l'eau peut ou non geler. Il faut donc « du froid » pour solidifier la glace mais il y a différentes « qualités » de froid, certains étant « plus froids » que d'autres. Comment les caractériser ? Les élèves connaissent les thermomètres : l'eau gèle dans le freezer ou le congélateur à -18°C , mais pas dans un réfrigérateur à 4°C .

2/Que se passe-t-il dans le pot ?

Lorsque l'on mélange de la glace pilée et du sel dans un saladier (prévoir 100 à 200 grammes de sel par litre de glace pilée), on obtient un *mélange réfrigérant*. La température du mélange chute pour se stabiliser bien en

Descriptif



Solide, liquide : deux états d'une même matière ?



Si l'on attend suffisamment longtemps, la glace du mélange peut fondre totalement. On a alors dans le saladier de l'eau salée liquide à une température très inférieure à 0°C. L'eau pure gèle à 0°C ; il faut descendre beaucoup plus bas pour geler de l'eau salée.

dessous de 0°C (entre -10 et -15°C suivant les mélanges). Chaque groupe disposera alors de l'équivalent d'un congélateur à l'air libre pour observer la solidification de l'eau. Il suffit de poser sur ce mélange le pot en plastique contenant le brin de laine et un peu d'eau puis d'observer l'évolution de cette «queue de loup». Les élèves peuvent toucher le contenu du pot et sentir la couche de glace se former.



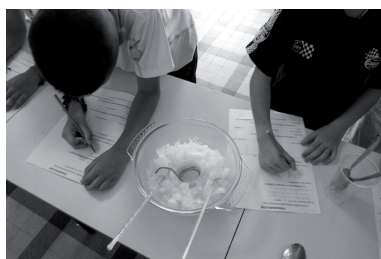
Il faut utiliser de la glace pilée et du sel fin pour assurer un bon mélange. Dans ces conditions, le mélange descend très bas en température. Ne pas utiliser les doigts mais une cuillère pour mélanger.



L'eau gèle en une dizaine de minutes si vous en mettez juste de quoi recouvrir la surface du pot et imbiber le brin de laine.



Les élèves ne doivent pas mettre de sel dans le pot d'eau douce ; sinon elle ne gèlera pas. S'ils touchent le mélange réfrigérant, ils devront essuyer leur doigt avant de le remettre dans le pot.



Les élèves peuvent dessiner le dispositif en même temps qu'ils l'observent. Il est possible de placer un thermomètre dans le mélange réfrigérant et de constater que la température est bien en dessous de zéro. Au bout d'une dizaine de minutes, les enfants sont ravis de démouler la glace formée : la queue du loup est bel et bien coincée. Comment faire pour le libérer ? Il suffit de laisser la glace fondre dans sa main. On récupère également l'eau initialement versée en laissant le pot se réchauffer dans l'air à température ambiante.

Cette expérience a permis de constater, s'il en était besoin, que l'eau liquide pouvait se changer en glace, et réciproquement (on peut renouveler plusieurs fois le cycle fusion-solidification) : on dit que ce sont *deux états* d'une même matière. Peut-on maintenant regarder de plus près l'évolution de la température de l'eau quand elle se change en glace ? Le pot n'est pas pratique, un tube à essai en plastique le remplacera avantageusement.

Solide, liquide : deux états d'une même matière ?

E-04



Il est possible de procéder au relevé des températures à la suite de la première expérimentation. Le mélange réfrigérant permet de maintenir une température très inférieure à 0°C pendant 1 à 2 heures.

3/ Comment la température évolue-t-elle dans le tube quand l'eau se solidifie ?

Les élèves peuvent réaliser un tableau en indiquant la température lue à intervalles de temps réguliers.



Utiliser une pince à linge pour bloquer la tige du thermomètre et éviter qu'elle ne touche le fond du tube, souvent plus froid que l'eau qu'il contient.

Les élèves constatent que la température de l'eau chute rapidement avant de se stabiliser aux alentours de 0°C. Ils peuvent observer la solidification progressive de l'eau en glace. Au bout d'un moment, la tige du thermomètre est prise dans la glace (elle permet de soulever le tube). Peu après, la température se met à chuter de nouveau. Il n'y a alors plus d'eau liquide dans le tube. Cette chute cesse une fois que la glace a atteint la température du mélange réfrigérant.

L'eau liquide refroidit jusqu'à une température avoisinant 0°C. À cette température elle se change en glace. Tant qu'il y a à la fois de l'eau et de la glace, la température reste constante. Lorsqu'il n'y a plus d'eau liquide, la température de la glace chute jusqu'à atteindre celle du mélange réfrigérant.



Les élèves devraient savoir que deux objets mis en contact finissent par avoir la même température, si l'on attend assez longtemps. C'est ainsi que fonctionne le réfrigérateur. S'ils n'en sont pas sûrs, c'est l'occasion de le vérifier.



Relever la température à intervalles de temps réguliers. La température peut varier d'un thermomètre à l'autre : on se contentera de dire que l'eau se solidifie *aux environs de zéro degré Celsius*.

4/ Comment évolue la température dans le tube pendant que la glace fond ?

À la suite de l'expérience précédente, on peut observer le contenu du tube sorti du saladier et laissé à l'air ambiant. On relève l'évolution de sa température en fonction du temps. Elle remonte progressivement et se stabilise aux alentours de 0°C. Le contenu du tube commence alors à fondre. Tant qu'il y a de l'eau



L'échelle Celsius des températures a été conçue pour permettre des calibrages faciles : dans les conditions normales de pression, la température d'un mélange d'eau et de glace définit le zéro (0°C) et celle de l'eau bouillante les 100°C. Il suffit ensuite de diviser en 100 intervalles égaux la hauteur comprise entre ces deux repères. Les anglo-saxons préfèrent l'échelle Fahrenheit (dont le zéro est la plus basse température atteinte lors d'un dur hiver continental : 0°F ≈ - 18°C ; 32°F = 0°C).



La température du mélange eau/glace ne dépend pas de celle du milieu extérieur. Il est facile de vérifier que, tant que l'on a de l'eau et de la glace, la température du mélange reste à 0°C dans le tube, même en le plaçant près du radiateur ou dans un endroit plus frais que la classe. Le temps nécessaire pour que la glace se change en eau, lui, variera.

Solide, liquide : deux états d'une même matière ?



C'est la raison pour laquelle on sale les routes en hiver. En roulant, les voitures écrasent la glace et la font un peu fondre.

Le sel se dissout dans cette eau et, si la température est supérieure à -15°C , cette eau salée ne regèle pas. Progressivement de l'eau salée remplace la glace, c'est mieux pour les voitures !



Pour faire fondre un solide, il faut lui fournir de la chaleur. Quand un liquide se solidifie, en revanche, il en libère. C'est difficile à observer avec l'eau. Les chauffettes où l'on tripote un petit bout de métal et où le contenu de la poche se cristallise très rapidement permettent de constater le phénomène. Elles contiennent en fait un liquide « surfondu » : il est resté liquide en dessous de sa température normale de solidification. Cela arrive avec certaines substances. Il suffit de perturber suffisamment le milieu pour que tout le liquide prenne en masse, d'un coup : cela libère beaucoup de chaleur et permet de réchauffer ses mains ou un biberon.

et de la glace, la température reste constante. Quand il n'y a plus que de l'eau, la température recommence à monter doucement. En attendant suffisamment, l'eau se met à la température de la classe

Quand de la glace se change en eau liquide, la température du mélange eau/glace reste constante, aux environs de 0°C . Quand toute la glace a fondu, l'eau liquide prend progressivement la température du milieu ambiant.

5/ Peut-on refroidir l'eau liquide autant qu'on le souhaite ? Comment obtenir de l'eau liquide en dessous de 0°C ?

Les élèves sont souvent convaincus *a priori* que l'on ne peut pas avoir d'eau liquide en dessous de zéro degré dans la classe, puisqu'elle gèle à cette température. Sinon, comment envisagent-ils de procéder ? Bien souvent, ils proposent de mettre des glaçons dans l'eau. Il est facile de faire l'expérience et de constater qu'elle ne descend pas en dessous de 0°C .

L'eau pure gèle à 0°C : c'est ennuyeux pour les conducteurs qui souhaitent laver les vitres de leur voiture quand la température est en dessous de zéro. Comment font-ils ? Il existe des liquides antigels que l'on mélange à l'eau. Ces mélanges gèlent à des températures beaucoup plus basses. On pourrait aussi tout simplement saler l'eau : dans le mélange réfrigérant, l'eau salée reste liquide alors que le mélange a une température très en dessous de zéro (-15°C).

De l'eau pure ne peut pas être refroidie en dessous de zéro degré, elle se change en glace. Quand on y ajoute un autre produit, le mélange obtenu peut en revanche rester liquide à des températures bien en dessous de zéro. C'est le cas avec le sel ou le liquide de l'antigel.

6/ En hiver, on vide les canalisations extérieures de leur eau et on arrête les fontaines : comment expliquer ces précautions ?

Peu d'élèves savent que l'on vide les canalisations d'eau extérieures en hiver pour éviter qu'elles n'éclatent. Certains ont pu voir leurs parents ne pas remplir complètement une bouteille de liquide à mettre au congélateur.

La discussion permet de savoir où en sont les élèves. Si certains sont convaincus que la glace « gonfle », prend plus de place que l'eau, il faut trouver un moyen de le vérifier. Sinon, on peut proposer aux élèves de placer une bouteille en plastique entièrement remplie d'eau au congélateur et de l'observer le lendemain. L'eau est alors bloquée dans la bouteille comme celle qui se trouve dans les canalisations.

Solide, liquide : deux états d'une même matière ?

E-04

Les élèves constatent que la bouteille s'est déformée, voire a éclaté : la glace occupe plus d'espace que l'eau.



Ne pas faire l'expérience avec une bouteille en verre.

De l'eau mise à geler occupe plus d'espace que lorsqu'elle est liquide. Sa masse change-t-elle comme son volume ? Il suffit de vérifier à l'aide d'une balance : si le volume change, la masse reste en revanche la même.



Il faut essuyer les gouttelettes de condensation qui apparaissent sur la bouteille. Celle-ci s'alourdit sinon de toute cette eau de condensation.

Annexe 4

Prénom :	Date :
----------	--------

Réponds aux questions :

Qu'est-ce que la matière pour toi ?

--

Donne un ou plusieurs exemple de matière :

--

Est-ce que l'eau, c'est de la matière ?

--

Pourquoi l'eau gèle-t-elle ?

--

Que devient l'eau quand elle gèle ?

--

Comment s'appelle cette transformation ?

--

Pourquoi la glace fond-elle ?

--

Que devient la glace quand elle fond ?

--

Comment s'appelle cette transformation ?

--

Annexe 5

SÉQUENCE : GLACE ET EAU, DEUX ÉTATS D'UNE MÊME MATIÈRE ?

Objectif : concevoir le réel à partir de la fiction, lire un album pour se questionner et acquérir de nouvelles connaissances.

Séance 1 : Le loup et le lac				
Objectif	Phase	Déroulement	Org.é.	Matériel
Recueillir les conceptions initiales	10'	Compléter le questionnaire de recherche	Travail individuel	Un questionnaire par élève
Lecture-compréhension de l'album	Découverte 10'	Lire l'album - projection au tableau de l'album au format numérique « Renart et la pêche à la queue », histoire adaptée du Roman de Renart par Paule Battault et illustrée par Nathalie Ragondet. Explication des mots difficiles : tanière, provisions, garde-manger, meute, avoir fière allure, plus rusé que le roi des rusés	Oral collectif	Album format ebook
S'approprier un problème Émettre des hypothèses pour répondre à une question	Analyse du problème 10'	Est-ce que ce qui arrive à Ysengrin, le loup, est possible ? Sa queue bloquée dans la glace du lac. Si oui pourquoi ? Mise en commune Peut-on faire comme dans l'histoire ?	1er temps réflexion individuelle Oral collectif, partage des réflexions	
Proposer un dispositif expérimental pour fabriquer de la glace Le mettre en oeuvre Le représenter	Recherche 15' proposer des dispositifs expérimentaux simples et les mettre en oeuvre	De quoi a-t-on besoin ? Nous n'avons ni loup, ni lac. Mise en commun : Comment avoir un lac ? réponse attendue : un récipient type verre, pot en plastique Qu'y a-t-il dans un lac ? réponse attendue : de l'eau Comment faire la queue du loup ? Que faut-il en plus ? Du froid Représenter les expériences	Oral collectif, les élèves sont en îlots de travail et peuvent échanger entre eux. Écrit individuel, écrire son prénom et la date	Feuilles A5, une par élève Petits gobelets en plastiques Bouts de laine Images du loup

SÉQUENCE : GLACE ET EAU, DEUX ÉTATS D'UNE MÊME MATIÈRE ?

Objectif : comprendre que l'eau gèle à une certaine température, expérimenter la réversibilité de la transformation eau ↔ glace

Séance 2 : Expérimenter la réversibilité : transformer l'eau en glace et la glace en eau				
Objectif	Phase	Déroulement	Org.é.	Matériel
	Tissage	Rappel expériences séance 1		
Observations Hypothèses Proposer une conclusion	Mise en commun 5'	Qu'observe-t-on ? Est-ce que l'eau a gelé au réfrigérateur ? Pourquoi ? Il n'a pas fait assez froid. Et au congélateur ? Pourquoi ? Il fait assez froid. Comment caractériser les froids ? par leur température. Avec quel instrument peut-on mesurer la température : un thermomètre. Dans un frigo : $T^{\circ} = 4^{\circ}\text{C}$ Dans un congélateur : $T^{\circ} = -18^{\circ}\text{C}$	Oral collectif	
	Synthèse 5'	TE : Il faut donc du froid pour obtenir de la glace mais il y a différentes qualités de froid, certains froids sont plus froids que d'autres. L'eau (ne) gèle (dans le congélateur à -18°C mais) pas dans un réfrigérateur à 4°C . Si pas d'expérience à la maison dans le congélateur	Oral collectif	Copier la trace écrite
Expérimenter Suivre un dispositif expérimental proposé par l'enseignant Représenter le dispositif expérimental	Expérimentation 20'	Chaque groupe va disposer de son mini-congélateur à l'air libre (glace pilée 2/3 et sel 1/3) Dispositif expérimental : petit pot + bout de laine comme expérience jour 1 mais placé dans un récipient contenant le mélange réfrigérant, lancer le chronomètre quand le pot avec l'eau est placé dans le réfrigérant. Représenter le dispositif. Quand la laine est prise totalement dans la glace (toute l'eau a gelé), comment libérer la laine ? Analogie avec Ysengrin : comment a-t-il fait ? Qu'aurait-il dû faire ? Laisser fondre la glace	Groupe de 4 Texte du dispositif	Mélange réfrigérant Glace pilée, sel boîtes plastiques petits pots laine chronomètres
Proposer une explication Conclure	Mise en commun 5'	Pendant que la glace fond Qu'avez-vous observé ? Avec un froid suffisamment froid, l'eau se transforme en glace. La glace se transforme en eau si elle n'est pas conservée au froid.		

SÉQUENCE : GLACE ET EAU, DEUX ÉTATS D'UNE MÊME MATIÈRE ?

Objectif : S'approprier des outils et des méthodes (domaine 2 du SCCC) : utiliser le matériel adapté pour effectuer une mesure.

Séance 3 : Comment peut-on mesurer la température ?			
Phase	Déroulement	Organisation élèves	Matériel
Découverte 2'	Avec quel instrument peut-on mesurer la température ? Photo de différents thermomètres : médical, de bain, mural	oral collectif	
Observation 10'	Quelles sont les différentes parties du thermomètre ? temps de réflexion collective description du thermomètre : mots des élèves représentation d'un thermomètre, lexique : réservoir, liquide coloré, tube en verre très fin, support plastique, graduations fournir le vocabulaire exact pour préciser les propositions des élèves : Trace écrite : le thermomètre a un réservoir qui contient un liquide coloré (alcool médical). Au-dessus du réservoir, il y a un tube en verre fin. Le tube est fixée sur une planchette qui porte des graduations en degrés Celsius.	Groupe de 4	1 thermomètre par groupe
Expérimentation 20'	Que se passe-t-il quand on place le thermomètre dans de l'eau froide, de l'eau tiède, de l'eau chaude ? Comment placer le thermomètre ? Que fait le liquide dans l'eau chaude? dans l'eau froide ? Comment lire la température ?	Groupe de 4	3 verres eau chaude, eau tiède, eau froide
Exercices applications 10'	Les exercices sont projetés au tableau, les élèves ont chacun une fiche. Exercice 1 : colorier la zone du thermomètre pour avoir la température indiquée.	Écrit individuel, corrigé collectif	
Non réalisés	Exercice 2 : 1 élève colorie la zone du thermomètre pour une température, 1 autre élève vient écrire la température. 6 groupes au tableau : l'enseignant doit être attentif, les groupes sont constitués avec les couleurs du relevé de température : rouge, vert, bleu, orange, violet, rose	Groupe de 3 ou 4	

SÉQUENCE : GLACE ET EAU, DEUX ÉTATS D'UNE MÊME MATIÈRE ?

Objectif : Observer qu'un changement d'état se fait à température constante

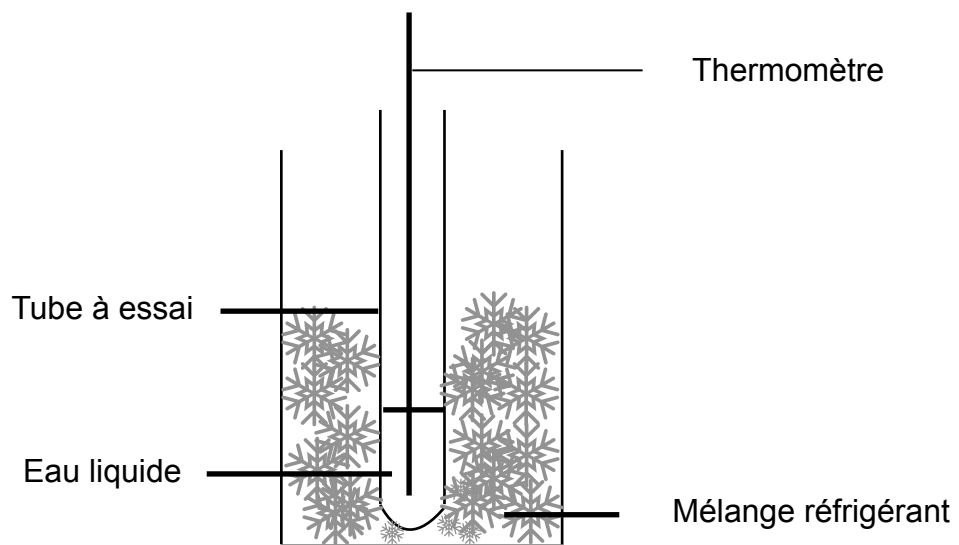
Séance 4 : À quelle température l'eau se transforme-t-elle en glace ? Et la glace en eau ?				
Objectif	Phase	Déroulement	Org.é.	Matériel
	Tissage	Rappel expériences séances 2 et 3 : l'eau gèle quand le froid est suffisamment froid - On peut relever la température grâce à un thermomètre.		
Hypothèses	5'	<p>Comment savoir à quelle température l'eau se transforme en glace ? Proposition d'expériences : guidage utiliser l'expérience de la séance 2 : comment utiliser l'expérience qu'on a déjà mis en place ? Que faut-il ?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Du froid : mini-congélateur • Un récipient transparent pour observer la transformation : tube à essai • De l'eau : au robinet de la classe • Un thermomètre : il doit pouvoir entrer dans le tube à essai 	Oral collectif	
Expérimenter Suivre un dispositif expérimental proposé par l'enseignant Représenter le dispositif expérimental	Expérimentation 20'	<p>Chaque groupe va disposer de son mini-congélateur à l'air libre (glace pilée 2/3 et sel 1/3) Dispositif expérimental : même dispositif que pour séance 2 avec un tube à essai à la place du petit gobelet 1 thermomètre immergé dans l'eau du tube à essai. Relever l'évolution de la température => tableau double entrée état de l'eau + température Représenter le dispositif.</p>	Groupe de 2 Texte du dispositif	Mélange réfrigérant Glacé pilée, sel tubes thermomètres

Objectif	Phase	Déroulement	Org.é.	Matériel
Proposer une explication Conclure	Mise en commun 5'	<p>Qu'avez-vous observer ?</p> <p>États de l'eau : eau liquide puis mélange eau + glace puis glace</p> <p>Évolution de la température : eau liquide température diminue mélange liquide+ glace température reste aux alentours de 0° C tant qu'il y a de l'eau et de la glace</p> <p>Glace : la température recommence à diminuer jusqu'à atteindre la température du mélange réfrigérant</p> <p>Laisser la glace fondre pendant la mise en commun, relever la température à intervalle régulier.</p>		
	Institutionnalisation 10'	<p><i>L'eau liquide refroidit jusqu'à une température avoisinant 0°C. À cette température elle se change en glace. Tant qu'il y a de l'eau et de la glace dans le gobelet ou le tube à essai, la température reste voisine de 0°Celsius. Lorsqu'il n'y a plus d'eau liquide, la température de la glace chute jusqu'à atteindre celle du mélange réfrigérant.</i></p> <p>deux objets mis en contact finissent par avoir la même température, si l'on attend assez longtemps. C'est ainsi que fonctionne le réfrigérateur.</p>		

Objectif	Phase	Déroulement	Org.é.	Matériel
	Institutionnalisation 10'	<p>L'eau liquide avec un froid suffisant se transforme en glace. Quand cette glace se réchauffe, elle se transforme en eau liquide. La glace et l'eau liquide sont 2 états d'une même matière : l'eau. La glace est l'état solide de l'eau. L'eau est l'état liquide. Pour une même matière :</p> <p>solide -----> liquide. fusion</p> <p>liquide -----> solide solidification</p> <p>Exemple de matière : eau, chocolat, sucre chocolat en tablette, chaleur, fusion, chocolat liquide sucre, solide, chaleur, fusion, caramel</p>		

Objectif	Phase	Déroulement	Org.é.	Matériel
Comparer le dispositif au contenu de l'histoire	Institutionnalisation	Il faut du froid pour faire de la glace. Pour mesurer le froid, il faut un thermomètre	Oral collectif	Affiche pour affichage en classe

Annexe 6



Transformation de l'eau liquide en glace

Annexe 7

Prénoms :

Date :

Répondez aux questions :

Quels sont les états de l'eau que tu connais?

Quelle expérience pourrais-tu mettre en place pour montrer le passage d'un état à l'autre ?

De quel matériel as-tu besoin pour ton expérience ?

Est-ce que l'histoire de la pêche à la queue t'aide pour expliquer l'expérience ?

Si oui, pourquoi ?

Si non, pourquoi ?

Comment appelle-t-on le passage d'un état à l'autre ?

Annexe 8

Ens.	Vous vous souvenez, ensemble, il y a longtemps, nous avons fait des expériences
Et.	Sur l'eau
Ens.	Oui, je suis d'accord, on a fait des expériences sur l'eau. Est-ce que vous vous souvenez par quoi on avait commencé, avant de faire les expériences ?
L.	On avait pris un verre, on avait mis la queue du loup
Ens.	Pourquoi est-ce qu'on avait mis la queue du loup ?
J.	On avait lu une histoire
Ens	Qu'est-ce qu'elle nous raconter cette histoire El. ?
El.	Non, j'étais pas là pour l'histoire pare que le mercredi je m'étais cassé les dents.
A.	Plus il fait froid, plus l'eau gèle.
Ens.	Moi j'ai besoin de comprendre, si avoir lu l'histoire vous a aidé pour comprendre ce qui se passait quand l'eau gelait.
Elèves	Euh.... un peu
Ens.	Qu'est-ce qui se passe avec ce pauvre loup ?
Et.	Il pêche avec sa queue et sa queue se retient bloquée par la glace. Et moi, c'est ce passage qui m'a aidé.
Ens.	Donc le loup se retrouve avec sa queue bloquée dans la glace et qu'est-ce qui se passe avec sa queue ?
Elèves
Ens.	Quand le loup repart, qu'est-ce qui se passe ?
A.	Sa queue elle s'arrache.
Ens.	Sa queue s'arrache ! Et nous les expériences qu'on a faites, celles dont nous a parlées Lénah, on avait des petits pots d'eau, on avait mis un petit bout de laine, c'est ça que tu m'avais dit ?
L.	Oui !
Ens.	Et qu'est-ce qui se passait pour ce petit bout de laine ?
L.	Il restait coincé.
Ens.	Il représentait quoi le petit bout de laine ?
J.	La queue du loup !
Ens.	La queue du loup. Donc dans le petit pot, on avait mis de l'eau, est-ce qu'on avait mis autre chose que le fil de laine ?

Ens.	N'avez pas de répondre ce n'est pas une question piège.
L.	Oui après, on l'avait mis là-bas. (Montre le rebord de la fenêtre de la classe)
Ens.	Alors, quand on était en classe, vous vous souvenez, l'expérience, donc le petit pot, il représentait quoi par rapport à l'histoire ?
Et.	Le lac !
Ens.	Oui, d'accord, et la laine, c'était la queue du loup. Je me souviens de Julie, justement, qu'est-ce que tu avais fait avec le bout de laine ?
J.	J'l'avais coincé
Ens.	Tu avais attrapé le bout de laine et qu'est-ce qu'il s'était passé ?
J.	Tout était coincé !
Ens.	La glace et le petit pot, tout était venu avec le bout de laine, c'est ça que tu veux dire ? D'accord, donc l'eau, il s'était passé quoi pour l'eau ? Elle avait ?
Elèves	Gelé
Ens.	Elle avait gelé. Et quand on avait laissé après, le pot vous l'aviez pris entre vos..
A.	Mains
Ens.	Et qu'est-ce qu'il s'est passé ? La glace était devenue quoi ?
	De l'eau
	Fondu
Ens.	La glace était devenue de l'eau, elle avait fondue. D'accord. Est-ce que vous vous souvenez comment on avait appelé le passage de l'eau à la glace et de la glace à l'eau ?
Elèves	Le mot qu'on avait donné, est-ce que vous vous en souvenez ? Toi, tu étais là.
El.	Euh, transformation.
Ens.	Oui, c'était une transformation. alors, je ne sais pas si vous vous souvenez mais on avait parlé d'autre chose, c'était une transformation entre le liquide et le solide. Comment est-ce qu'on appelait ça aussi le liquide et le solide ? est-ce que vous vous souvenez du nom qu'on avait donné ?
Et.	On avait dit que c'était liquide et solide.
Ens.	On avait dit que c'étaient les états de l'eau, est-ce que vous vous en souvenez de ça ?
Elèves	Oui ...non...
Et.	Il y avait aussi la vapeur.
El.	En vidéo
Ens.	On l'avait vu sur quoi ça, la vapeur ? Est-ce qu'on l'avait vu dans nos exp... non on l'avait vu oui, tu as raison

Et.	En vidéo
Ens.	C'est Elyo qui nous l'a dit, on l'avait vu en vidéo.
Ens.	Est-ce que vous vous souvenez que liquide et solide, c'étaient des états de l'eau ?
Ens.	Donc est-ce que dans ce petit pot où il y avait de l'eau liquide, on avait rajouté quelque chose, à part la queue du loup ?
Ens.	Va-s'y Donne ta réponse Julie .
J.	Non.
Ens.	Non, on est d'accord, c'était que de l'eau.
Elèves	Oui !
Ens.	Donc quelle est la chose qui avait changé entre le fait qu'on avait mis de l'eau liquide qui s'était transformée en eau solide ? Qu'elle était la seule chose qu'on avait changé ?
L.	L'eau.
Ens.	Oui, qu'est-ce qui avait changé ? Vous vous souvenez ?
Elèves	Elle avait Soleil euh
A.	La température ?
Ens.	Merci Amalya, la température.
Ens.	Est-ce que vous vous souvenez à quelle température l'eau gèle ?
A.	À 0° .
Ens.	Oui, Amalya, c'est bien à 0°.
Ens.	Et est-ce que vous vous souvenez à quelle température la glace devient de l'eau ?
Et.	Au-dessus de 0°

Ens. : enseignante

A., J., L., Et, El. : élèves

Élèves : tous les élèves ensemble

Attestation de non-plagiat

Je soussigné.e, Blandine Nivoliès Faïsse.....

Auteur.e du mémoire de master 2 MEEF intitulé :

Évolution des conceptions initiales des élèves d'une classe de CE1 sur deux des changements d'états de l'eau : solidification et fusion......

déclare sur l'honneur que ce mémoire est le fruit d'un travail personnel, que je n'ai ni contrefait, ni falsifié, ni copié tout ou partie de l'œuvre d'autrui afin de la faire passer pour mienne. Toutes les sources d'information utilisées et les citations d'auteur.e.s ont été mentionnées conformément aux usages en vigueur.

Je suis conscient.e que le fait de ne pas citer une source ou de ne pas la citer clairement et complètement est constitutif de plagiat, que le plagiat est considéré comme une faute grave au sein de l'Université, pouvant être sévèrement sanctionnée par la loi (*art. L 335-3 du Code de la propriété intellectuelle*).

En signant ce document, je reconnais avoir pris connaissance sur le site de l'Université des éléments d'informations relatifs au plagiat et des responsabilités qui m'incombent.

Pour plus d'informations : suivez le lien "Prévention du plagiat" via l'ENT - Site Web UT2J <http://www.univ-tlse2.fr/accueil/vie-des-campus/services-numeriques/prevention-plagiat/c-est-moi-qui-ecris-182780.kjsp?RH=1341578964371>

Fait à Toulouse....., le 10./06./2022,

Signature de l'étudiant.e

