

MERCI !

Aux enfants, aux instituteurs et institutrices,
aux directeurs et directrices pour leur accueil et leur collaboration.

Aux experts qui nous ont consacré du temps.

Aux membres de l'ASBL Hypothèse pour les relectures et interventions spécifiques
tout au long du projet :

Claire Balthazart, Dominique Bollaerts, Sabine Daro, Caroline Dechamps, Andrée Dehez,
Ingrid Delmot-Van Hoorde, Marie-Christine Graftiau, Marie Mosbeux, Serge Nanson,
Corentin Poffé, Florence Richard, Francis Schoebrechts.



CONCEPTION

Dominique Bollaerts, Ingrid Delmot-Van Hoorde, Nathalie Dosquet, Isabelle Farine,
Marie-Christine Graftiau, Sabine Hofer, Olivier Jhaes, Christelle Moureau,
Corentin Poffé, Florence Richard

REDACTION

Marie-Christine Graftiau, Corentin Poffé

GRAPHISME

Anne Truyers

www.annetryers-design.be

EDITEUR RESPONSABLE

Asbl Hypothèse

Septembre 2015



Chaud... froid..., à tous les degrés !

La science qui se vit ; une démarche méthodologique pratiquée
dans l'enseignement fondamental à propos du thermomètre

Composée d'enseignants de différents réseaux qui travaillent du niveau
fondamental au supérieur, l'asbl Hypothèse envisage l'apprentissage des
sciences comme moyen de développement personnel et comme facteur
d'émancipation chez l'enfant de 3 à 12 ans.

La multiplicité des points de vue, la diversité des systèmes de représentation,
la réflexion critique argumentée sont les principes d'approche du réel
qu'Hypothèse systématise lors de ses actions.

Nous voulons permettre à l'enfant l'acquisition d'un savoir utile, nécessaire à
l'exercice d'un pouvoir sur son environnement.

Après « Les glacières à glace naturelle » (2005), « Les moulins à eau et
les centrales hydrauliques » (2006), « Fibres sous toutes les coutures ; de
la matière brute aux textiles intelligents » (2007), « Une brique dans le
cartable » (2008), « Une maison bien équipée, l'électricité et l'eau dans la
maison » (2009), « Voyage aux pays des sons » (2010), « Faut pas pousser...
ça roule tout seul ! » (2011), « Mélanges et démelanges » (2012), «
Histoire d'y voir clair ! » (2013) et « Graines de casserole » (2014), « Chaud...
froid..., à tous les degrés ! » vient à nouveau concrétiser une approche
méthodologique originale qui suscite intérêt et plaisir tout en démystifiant
la position savante des sciences.

« Chaud...froid..., à tous les degrés ! » permet de poser des questions de
sciences relatives au chaud, au froid, au fonctionnement du thermomètre,
aux relevés de température, aux changements d'état de l'eau..., de rencontrer
des gens de métiers (spécialistes de l'isolation ou de l'imagerie thermique)
et de visiter le marché ou la ferme, pour découvrir différentes utilisations du
thermomètre.

Reflet de la collaboration vécue entre enfants, enseignants et personnes
ressources, cette brochure est aussi un outil qui veut donner l'envie des
sciences en proposant les moyens d'en faire.

Initier un projet dans une classe, organiser un programme de formation
en réponse à une demande d'enseignants, expérimenter des démarches
dans le cadre de formations continues : les membres d'Hypothèse sont
vos partenaires.



Initiatives - Dynamique - Collaboration
Formation - Action - Expérimentation
Hypothèses - Réflexion méthodologique
Enfant - Acteur - Initiatives - Dynamique



DÉMARCHE DE RECHERCHE EN SCIENCES

Traces et synthèses intermédiaires, personnelles et collectives → traces et synthèses finales

1. Sensibiliser/Mobiliser



2. Poser le problème, proposer des méthodes de résolution



3. Chercher l'information, construire des réponses



Par l'action, chercher l'information et garder des traces des réponses

EXPÉRIMENTER ↔ OBSERVER ↔ MODÉLISER ↔ RECHERCHER DANS LES DOCUMENTS ↔ CONSULTER UNE PERSONNE RESSOURCE



Construire des réponses par une prise de recul sur l'action
Mettre en commun- Conclure provisoirement-Revenir au problème de départ



4. Structurer- confronter au savoir établi et conclure



COMMUNIQUER ↔ AGIR ↔ TRANSFÉRER



AUTRES BROCHURES :

« SPORTS SOUS LA LOUPE » :

Sports d'eau

Athlétisme

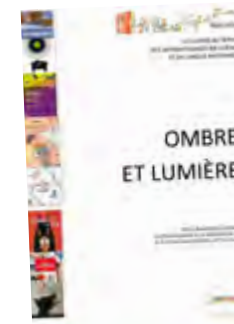


« AUJOURD'HUI POUR DEMAIN » :

L'énergie
Les capteurs solaires
Les éoliennes
Les centrales hydroélectriques



Faire des sciences pour améliorer la qualité de l'air dans sa classe, préserver son bien-être et sa santé : le projet Abcd'Air. Plus d'informations sur le site www.abcdair-hypothese.be



Un partenariat avec les musées et les bibliothèques : de nombreux outils ont été développés en lien avec le projet raconté dans cette brochure de même qu'avec certains des sujets précédemment abordés. Plus d'informations sur le site www.musecobib-hypothese.be

LES DIFFÉRENTS STATUTS DE L'EXPÉRIENCE

Lorsque des expériences sont proposées dans des séquences d'apprentissage, elles n'ont pas toujours la même fonction, la même place. Selon le statut occupé par l'expérience, les apprentissages développés chez les enfants sont différents.

Au-delà des notions de sciences, la démarche d'apprentissage décrite dans cette brochure permet de développer chez l'élève une attitude de recherche et les savoir-faire qui y sont associés. Les quelques lignes suivantes donnent le cadre méthodologique suivi pour construire les activités expérimentales. Elles sont établies selon une progression qui permet un ancrage plus efficace des apprentissages. Selon le temps dont il dispose et le but qu'il s'est fixé, l'enseignant peut proposer des expériences de manière graduelle mais il peut également proposer un type d'expérience de manière plus ponctuelle.

LE TABLEAU CI-DESSOUS PRÉSENTE LES DIFFÉRENTS STATUTS DE L'EXPÉRIENCE

STATUT DE L'EXPÉRIENCE	RÔLE
► <i>Expérience pour ressentir</i>	Permettre la perception par le corps des phénomènes abordés.
► <i>Expérience action</i>	Se familiariser avec un concept en commençant par un tâtonnement expérimental de type essai-erreur.
► <i>Expérience à suivre</i>	Faire découvrir une loi ou illustrer un phénomène physique. Le protocole est donné.
► <i>Expérience à concevoir</i>	Permettre à l'élève d'élaborer une démarche expérimentale pour vérifier une hypothèse. Le protocole est à construire.

Cependant, comme l'illustre le schéma de la démarche de recherche en sciences, il ne faudrait pas limiter la construction de réponses aux seules expériences. Vous trouverez, dès lors, dans cette brochure des activités de modélisation, d'observation, de consultation de documents ou de personnes-ressources permettant, elles-aussi, la construction de réponses.

INTRODUCTION	2
POUR DONNER DU SENS ...	4
CHACUN SON CHEMIN :	6
<i>Le thermomètre</i>	8
Un thermomètre, comment ça marche ?	13
Fabriquer des thermomètres	18
Les différents thermomètres de la classe n'indiquent pas tous la même température	25
Qui utilise des thermomètres ? Pour quel usage ?	26
Rencontre avec un fabricant de thermomètres	30
CHACUN SON CHEMIN :	34
<i>Le chaud, le froid... Comment les séparer ?</i>	39
<i>Introduire le relevé de température au coin météo</i>	48
<i>Histoires d'eau givrées</i>	55
POUR EN SAVOIR PLUS...	62
LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE POUR MENER À BIEN LES ACTIVITÉS	66
PARTENAIRES ET RESSOURCES	67
OUVRAGES DE RÉFÉRENCE	68
AUTRES RESSOURCES PROPOSÉES PAR L' ASBL	72

INTRODUCTION

Il est six heures et demie. Mon réveil sonne. Je n'ai pas envie de sortir de mon lit. Il y fait bien chaud : qu'est-ce que j'y suis bien !

Je me lève et me dirige vers la salle de bain. J'ouvre le robinet de la douche. Je laisse couler l'eau, le temps qu'elle arrive à bonne température. Je déteste la sensation de l'eau froide sur ma peau. Mais ce que je déteste par-dessus tout, c'est le moment où il faudra sortir, tout mouillé, de la douche pour attraper la serviette. Brrrrrrrr, ça me frigorifie.

Après ma douche, direction la cuisine. Je programme le four sur 210°C pour y cuire des petits pains. Pendant le préchauffage, j'ouvre le frigo, prends le lait et en verse un nuage dans ma tasse de café. Tant que j'y pense, il ne faut pas que j'oublie de sortir la viande du congélateur pour ce soir ...

Je bois mon café face à la fenêtre. Le soleil brille et il fait bon dehors. La radio allumée diffuse le bulletin météo : on annonce des orages pour ce soir et une chute des températures pour demain. Dommage, demain, c'est samedi...

Un début de journée on ne peut plus banal. Et pourtant, sans que personne n'en prenne réellement conscience, le concept de température a accompagné chacune des étapes de ce récit.

« La température est la grandeur la plus mesurée au monde » nous racontait ce spécialiste de l'imagerie thermique venu en classe nous présenter son matériel. En effet, si l'on revient sur notre début de journée, la température a été mesurée à de nombreuses reprises : le thermostat du chauffe-eau de la douche, celui du frigo, du congélateur, du four, le thermomètre suspendu au mur de la cuisine que l'on consulte machinalement, la température annoncée à la météo...

Outre ces mesures, nous ressentons en permanence s'il fait chaud ou froid et ceci conditionne grandement notre sensation de bien-être dans un lieu donné.

Comment lire cette brochure ?

Cette brochure se veut être le reflet d'une multitude d'activités testées par les enseignants partenaires dans leur classe. Elle est divisée en deux parties.

Chaque partie débute par une double page reprenant chaque activité replacée dans le cadre de la démarche de recherche en sciences. Ces doubles pages constituent également le sommaire de chacune des parties.

De part et d'autre de la couverture se trouvent deux feuillets dépliant. Celui de gauche détaille une démarche de recherche en sciences, celui de droite les statuts de l'expérience. La lecture de cette brochure, feuillets dépliés, permettra au lecteur intéressé de situer à tout moment l'activité en regard de la démarche et des statuts de l'expérience. Pour faciliter cette lecture « méthodologique », il est renseigné, dans le corps du texte, pour chaque activité, de quelle partie de la démarche ou de quel statut elle relève.

Nous vous souhaitons une bonne lecture.

Cette brochure vous propose donc de partir à la découverte du thermomètre. Hypothèse et le groupe d'enseignants partenaires ont créé des activités qui mettent réellement l'enfant en recherche pour construire des savoirs sur des notions scientifiques diverses. Outre le travail des savoir-faire repris dans les Socles de compétences, les activités présentées vont permettre de travailler des savoirs tels que la distinction chaleur/température, la dilatation et la contraction, les états de la matière, les changements d'états, la relation entre apport de chaleur et changement d'états, les états de l'eau, les caractéristiques d'un bulletin météorologique... savoirs également inscrits dans ce prescrit scolaire.

POUR DONNER DU SENS ...

Dans toutes les classes, des plus petits au plus grands, tous les élèves ont rencontré l'objet « thermomètre » : ils l'ont observé, en ont classé, en ont construit, l'ont utilisé pour effectuer des relevés de température, etc.

Découvrir cet appareil n'a cependant pas toujours été le point de départ de la démarche, mais diverses situations mobilisatrices, partant d'albums, du vécu des élèves ou basées sur des activités concrètes, ont conduit à la nécessité d'utiliser, de comprendre, et même de fabriquer des thermomètres.

- *Beaucoup d'enseignants sont partis des notions de « chaud » et « froid », en faisant appel au quotidien des élèves, ou en partant d'albums narratifs. Vous trouverez, en fin de brochure et sur notre site internet www.hypothese.be, la liste des albums utilisés par les enseignants partenaires.*
- *D'autres sont partis de la météo : le coin météo dans la classe maternelle, le relevé météo à l'école primaire, ou des observations météorologiques de saison (« Il fait froid ce matin et le sol de la cour est très glissant »). Ils sont alors arrivés à la nécessité d'effectuer des relevés de température pour objectiver le ressenti et ces relevés ont naturellement conduit à la découverte de l'appareil « thermomètre ».*
- *Enfin, les états de l'eau, comme la découverte de glaçons ou du gel en hiver, ou l'exploitation d'albums, ont également été le point de départ d'expérimentations et d'apprentissages sur le thermomètre.*

Chaud/froid, météo et changements d'état de l'eau peuvent donc constituer des points de départ concrets et intéressants qui donnent du sens à la découverte du thermomètre.

Une autre manière de donner du sens est de transférer les apprentissages dans des situations de la vie quotidienne. Par exemple, ayant effectué des relevés de température dans l'école pour me familiariser, je peux transférer ces acquis en effectuant des relevés météo pour ensuite calculer des moyennes, etc.

Chaud/froid, météo et changements d'état de l'eau sont cette fois des occasions de transférer les acquis dans des situations de vie.

Nous avons fait le choix de démarrer la brochure par l'étude du thermomètre. Le deuxième chapitre s'intéresse aux notions de chaud/froid, aux relevés de température dans le cadre de la météo et aux liens entre température et fusion de la glace ou solidification de l'eau.



Chacun son chemin...

SENSIBILISER/MOBILISER

Chaud/froid p. 39
Météo p. 48
Changements d'état de l'eau p. 55

Découverte des thermomètres p. 8
Observer des thermomètres variés p. 9

CHERCHER L'INFORMATION

UN THERMOMÈTRE, COMMENT ÇA MARCHE ?

- > Comment faire monter le liquide ?
Expérience action p. 13
- > Quelle est la partie sensible du thermomètre ?
Expérience action p. 14
- > Et si on mettait le thermomètre à l'envers ?
Expérience action p. 14
- > Comment le liquide monte-t-il ?
Expérience à suivre p. 15

FABRIQUER DES
THERMOMÈTRES
Expérience action p. 18

LES DIFFÉRENTS THERMOMÈTRES
DE LA CLASSE N'INDIQUENT PAS TOUS
LA MÊME TEMPÉRATURE
Observer p. 25

RENCONTRE AVEC UN FABRICANT
DE THERMOMÈTRES
Consulter une personne
ressource p. 30

QUI UTILISE DES THERMOMÈTRES ?
POUR QUEL USAGE ? - VISITES
> Enquête au marché p. 26
> Visite à la ferme p. 28

FAIRE DES SCIENCES ET DES MATHÉMATIQUES APPRENDRE À LIRE LA TEMPÉRATURE INDIQUÉE PAR LE THERMOMÈTRE À ALCOOL

- > Rebondir sur des lectures aberrantes pour résoudre un problème de parallaxe p. 23
- > Estimer avant de mesurer p. 23
- > Différentes occasions d'effectuer des relevés de température à l'école p. 25

FAIRE DES SCIENCES
ET DE L'HISTOIRE
Histoire du
thermomètre p. 33

TRANSFÉRER
> Chaud/froid p. 39
> Météo p. 48
> Changements d'état de l'eau p. 55

LE THERMOMÈTRE

DÉCOUVERTE DES THERMOMÈTRES

Sensibiliser/Mobiliser

Recueil des préconceptions

Chez les petits, il est intéressant d'amener l'objet et de relever leurs expressions spontanées lors de cette première découverte :

« C'est pour mesurer », affirme l'un qui place le thermomètre sur la tranche d'un livre comme pour en mesurer l'épaisseur

« C'est une horloge »

« C'est un niveau »

« Y en a un dans ma chambre, c'est pour voir si j'ai grandi »

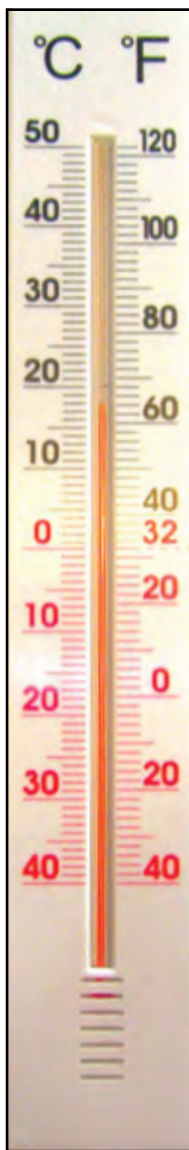
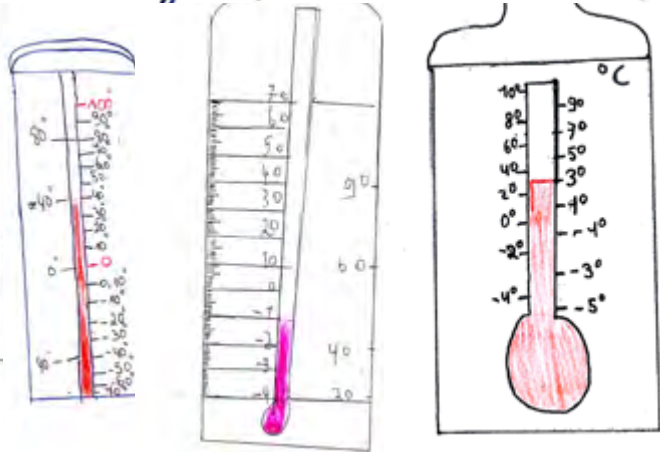
« Si on appuie sur le bouton rouge, ça monte »

« C'est pour faire bouillir »

Les tout petits de maternelle n'ont évidemment pas d'idée claire de ce dont il s'agit, mais les propositions qu'ils font sont logiques et en lien avec leur vécu. Leurs expressions, parfois maladroites, permettent néanmoins de voir qu'ils ont été attentifs aux graduations. Ils ont perçu l'idée de « mesure ». L'un d'eux semble avoir partiellement perçu le fonctionnement puisqu'il pointe l'importance du réservoir (même si la montée du liquide n'a rien à voir avec la pression).

À partir de la 3^e ou 4^e année primaire, avant d'observer l'objet, il est utile de partir de ce que les enfants connaissent. On peut, par exemple, leur demander de dessiner la représentation qu'ils se font du thermomètre.

Comment je représente un thermomètre



Tous ont l'idée d'un tube et de graduations. Mais on peut s'étonner que plusieurs ne dessinent pas de réservoir.

S'ensuit un débat qui permet des constats et initie un questionnement :

- Certains ont écrit degré suivi d'un « C », mais pas tous.

À quoi cela correspond-il ?

- Celui de Julie est gradué de -5 à +10. Tom réagit :

« Il ne va pas servir souvent ton thermomètre ! »

- Sur celui-là, la boule est au-dessus.

C'est quoi cette boule ? À quoi sert-elle ?

Pour garder un lien avec la « vraie vie », on peut leur demander s'ils savent qui utilise un thermomètre et dans quelle situation.

Un espace plus libre, comme, « *ajoute ici les autres informations que tu connais sur le thermomètre* » est intéressant pour recueillir d'autres idées.

Observation libre des thermomètres pour démarrer une recherche

Dans la plupart des classes, les élèves ont volontiers amené des instruments de chez eux, ce qui a enrichi le nombre et la diversité des instruments.



Placés en petits groupes autour d'un ou plusieurs thermomètre(s), les élèves prennent note de leurs constats. Un échange permet de voir ce qui est commun à tous les objets et ce qui diffère. Certains possèdent des graduations, d'autres n'ont pas de tube, etc.

Ce moment permet aussi de se mettre en projet de recherche grâce aux questions fécondes posées par l'enseignant :

« *Qu'aimerait-on savoir ? Qu'est-ce qui vous semble étonnant ?* »

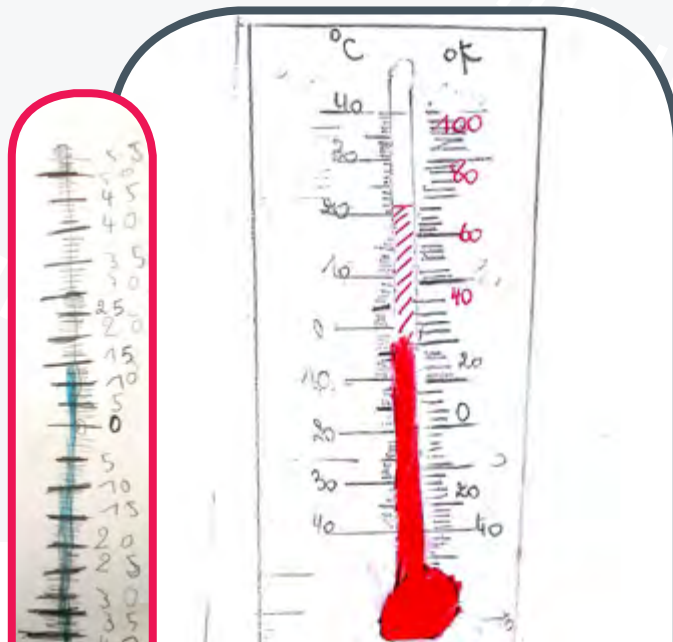
Les réactions et questions des enfants seront autant d'occasions de s'engager dans la recherche :

- C'est normal que le thermomètre de bain n'aille pas sous 0°C, on ne va pas prendre un bain avec des glaçons !
- Quand je suis malade, maman le met sur ma tête et appuie sur un bouton.
- Quelle sorte de liquide y a-t-il dans le tube ?
- Pourquoi le liquide monte-t-il quand il fait chaud ?
- Et si on met le thermomètre à l'envers, le liquide va-t-il descendre ?
- Quelle est la température habituelle du café de madame ?
- Quelle est la différence entre les degrés « F » et les degrés « C » ? D'où viennent ces lettres ?
- La température indiquée change-t-elle si je sors le thermomètre de son emballage ?
- Quelle est la température normale de notre corps ? À quelle température a-t-on de la fièvre ?
- Le thermomètre de bain peut-il aussi mesurer la température de l'air ?

Observation dirigée du thermomètre pour le représenter

Donner la contrainte du dessin du thermomètre de la classe ou de la cour amène à l'observer plus finement, à focaliser l'attention sur les différentes composantes de l'objet.

Cette étape contribue à enrichir la phase de questionnement démarrée plus haut.



Observation de différents thermomètres pour effectuer des classements

Donner une consigne de classement assez large, en laissant l'élève choisir son propre critère de classement est intéressant, tant en maternelle que chez les grands.

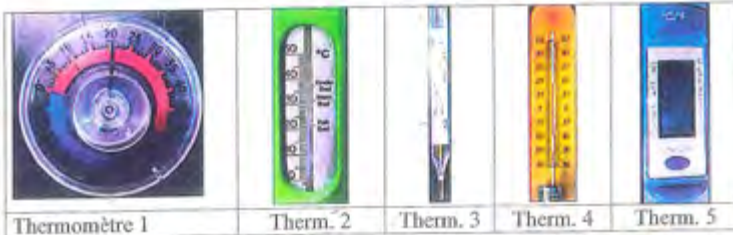
Voici des classements obtenus à l'école maternelle, dans une classe verticale :



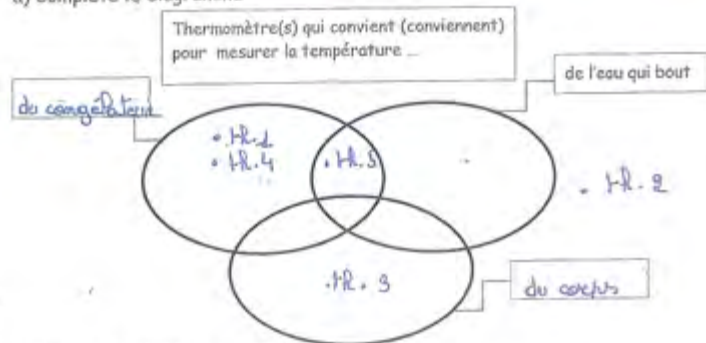
En sixième année, plusieurs classements ont été obtenus selon que l'attention des élèves se soit portée sur les caractéristiques propres de l'objet (à aiguille, à liquide ou digitaux...) ou sur leur utilisation (ceux pour mesurer la température de l'air, ceux à mettre dans l'eau, les thermomètres médicaux...).

On pourrait aussi imaginer d'autres classements, comme celui basé sur les échelles de température puisque certains en ont une et d'autres deux. Certains classements sont formalisés sous forme d'un tableau à double entrée (I ou O), ce qui permet de faire des liens avec une présentation mathématique.

6) Classer des thermomètres



a) Complète le diagramme



b) Complète le tableau par 1 et 0

Température...	du congélateur	de l'eau qui bout	du corps
Thermomètre 1	1	0	0
Thermomètre 2	0	0	0
Thermomètre 3	0	0	1
Thermomètre 4	1	0	0
Thermomètre 5	1	1	0

Th. à l'intérieur du congélateur : -80°C

À partir de ces premières découvertes, de nombreuses investigations sont possibles, selon l'âge des élèves ou l'orientation que prendra le travail.

- > S'interroger sur le fonctionnement du thermomètre,
- > Fabriquer des thermomètres,
- > Apprendre à effectuer des relevés de température,
- > Rechercher l'histoire de l'instrument « thermomètre », etc.

UN THERMOMÈTRE, COMMENT ÇA MARCHE ?

Comprendre comment le thermomètre à liquide indique la température est assez facile. Assez vite, les élèves, même les plus jeunes, remarquent que, dans un thermomètre,

« ça monte et ça descend ».

Mais comment expliquer cela ?

Pour repartir de l'expression d'une élève de première année,

« Comment le liquide sait qu'il doit s'arrêter devant le chiffre ? ».

Comment faire monter le liquide ? - Expérience action

Déjà chez les grands de maternelle, l'enseignant peut placer les enfants en recherche en rebondissant sur cette question d'enfant :

« Que faut-il faire pour faire monter le liquide dans le tube ? ».

Les élèves émettent des idées :

Il faut placer le thermomètre dehors au soleil, ou dans le four, dans un coussin ou sous mes vêtements...

Et pour que le liquide descende ?

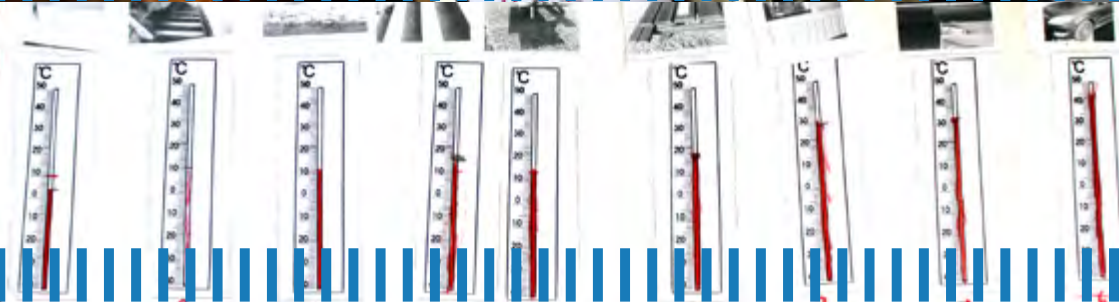
Le placer au congélateur, dans le frigo ou dehors s'il fait froid.



Intuitivement, les enfants savent qu'il faut chauffer pour faire « monter le liquide », mais ils sont confrontés à un obstacle : ils pensent que les vêtements ou le coussin chauffent. Pour lever cette difficulté, il faut comprendre les transferts de chaleur et la notion d'isolant. Et ça, c'est une autre histoire ! (voir « Le chaud et le froid, comment les séparer ? », p.39).

Une fois les idées émises, il faut tester « ce qui marche ». Des thermomètres sont placés à divers endroits dans l'école. « *La ligne va-t-elle monter ?* » Pour faciliter l'observation, l'enseignant a placé un repère sur le thermomètre. Cela permet de voir si, placé dans une nouvelle condition, le niveau du liquide monte ou descend. En effet, à ce stade, les enfants n'ont pas encore appris à lire la température indiquée.

Parallèlement à ces premiers relevés qualitatifs, l'enseignant fait verbaliser sur le ressenti des enfants : « *Dans le frigo, on sent le froid. La ligne du thermomètre descend. La température est plus basse.* » Il les amène ainsi à faire le lien entre ce qu'ils ressentent et ce qu'ils observent.



Quelle est la partie sensible du thermomètre ?

Expérience action

L'investigation se poursuit autour de « ce qui fait monter ou descendre la ligne du thermomètre ». Par manipulations libres successives, les enfants découvriront que seul le réservoir est la partie sensible et que pour faire monter le niveau du liquide, il faut toujours chauffer le réservoir (et que pour le faire descendre, il faut refroidir ce même réservoir).

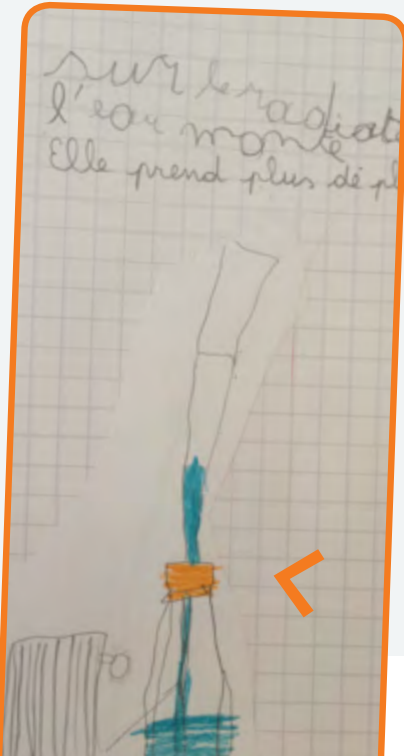
Et si on mettait le thermomètre à l'envers ?

Expérience action

Si l'idée ne vient pas des élèves, on peut leur proposer de tester. Bien sûr, lorsque le réservoir est chauffé, le niveau dans le tube descend si on fait abstraction des graduations. Ce constat « étrange » amène à comprendre que c'est la dilatation du liquide qui modifie le niveau du liquide et évite d'associer, de manière abusive, le fait que chauffer ferait toujours monter le liquide.



Comprendre le fonctionnement du thermomètre à alcool est une belle occasion de découvrir les notions de dilatation et contraction qui sont à certifier à la fin de la scolarité primaire.



*sur le radiateur
l'eau monte
Elle prend plus de place*

Comment le liquide monte-t-il ? Expérience à suivre

Un dispositif assez simple permet de visualiser qu'un liquide chauffé (ici, de l'eau colorée) occupe plus de place.

Il suffit de prendre un récipient avec un col assez étroit et de le remplir d'un liquide coloré jusqu'au col (par exemple un ballon jaugé ou un erlenmeyer utilisés en laboratoire). On prendra soin de marquer d'un trait le niveau du liquide au départ. On plonge ensuite le récipient dans de l'eau très chaude. Après un certain temps, on observe que le niveau du liquide a monté. Il s'est dilaté.



Le niveau de formulation qui a été atteint dès 5-6 ans est :

« C'est le liquide chaud qui prend plus de place, donc il monte dans le tube ».

La dilatation est l'augmentation du volume d'un corps chauffé tandis que la contraction est la diminution de volume due au refroidissement subi par ce corps. Quand on chauffe un corps, l'agitation des molécules augmente, les molécules qui s'agitent occupent plus de place (Voir « Pour en savoir plus ») et la température croît (excepté lors du changement d'état).



En 5e et 6e années, on peut aisément montrer que la dilatation concerne les différents états de la matière. Pour les solides, on peut prendre une pièce de monnaie de 5 centimes, une planche, deux clous, un marteau et une pince.

Fixer les clous de telle manière que la pièce de monnaie passe « tout juste » (il faut qu'elle frotte).



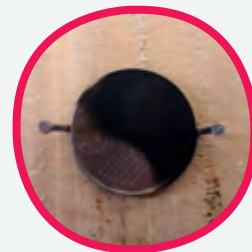
1



2

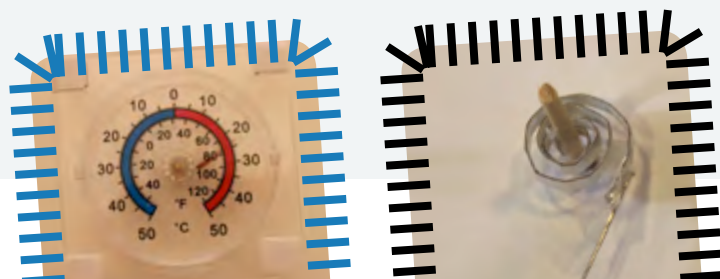
Chauffer la pièce sur une plaque chauffante, ou à la flamme d'une bougie, pendant environ une minute. Utiliser la pince pour ne pas se brûler.

Constater que la pièce ne passe plus entre les clous car elle s'est dilatée. Quand elle se refroidit, elle peut à nouveau passer entre les clous. Le phénomène de dilatation est un phénomène réversible.



3

À la fin de la scolarité primaire, on peut aussi regarder comment fonctionnent les thermomètres bilames (à cadran et aiguille) que les enfants auront peut-être rencontrés précédemment lors de l'étape de découverte.



LE THERMOMÈTRE SONDE À AFFICHAGE ÉLECTRONIQUE

Au XXI^e siècle, les thermomètres à sonde sont courants. Leur lecture est aisée, mais leur fonctionnement reste une « **boîte noire** » pour les élèves du fondamental (et même pour nous !). Sur un thermomètre à sonde, la sonde se situe à l'extrémité, à la pointe. Pour faire très simple : les composants du thermomètre (des conducteurs) ont des propriétés électriques qui changent en fonction de la température. La grandeur électrique est traitée par un circuit électronique qui assure aussi l'affichage. Les thermomètres à sonde sont conçus pour mesurer la température à l'intérieur d'un liquide ou d'un objet.

LE THERMOMÈTRE À INFRAROUGE

Il est connu des enfants car fréquent dans les pharmacies familiales. Il permet de mesurer la température en surface (sur le front, par exemple).

LE THERMOMÈTRE DE GALILÉE

Ce thermomètre est encore régulièrement rencontré de nos jours, principalement pour son aspect décoratif.

En fonction de la température, des boules coulent ou flottent. La température de la pièce dans laquelle il est placé correspond à la température indiquée sur la boule qui se situe entre celles qui ont coulé et celles qui flottent.



FABRIQUER DES THERMOMÈTRES

Expérience action

Plusieurs enseignants ont fabriqué des thermomètres à liquide avec leurs élèves. Fabriquer des thermomètres aide à en comprendre le fonctionnement et permet de mener une démarche expérimentale.

La construction est simple. Il suffit de rassembler un récipient, qui servira de réservoir, un tube et un bouchon. On remplit le récipient de liquide et on plonge le tube dans le liquide. Pour assurer l'étanchéité entre le réservoir et le tube, on peut par exemple utiliser de la pâte à modeler.

Le principe : plus la température du liquide du réservoir est élevée, plus le niveau du liquide dans le tube sera haut. Inversement, le niveau dans le tube redescend si l'on refroidit le réservoir.

Remarque : ce que les enfants fabriquent sont des thermoscopes et non des thermomètres car ils permettent de déceler des variations relatives de température, mais ne permettent pas d'en donner une mesure absolue.

En effet, d'une construction à l'autre, le niveau dans le tube sera variable, même si on les place toutes dans les mêmes conditions. Le dispositif est néanmoins intéressant car il permet de comprendre le rôle de la chaleur dans le phénomène de dilatation.

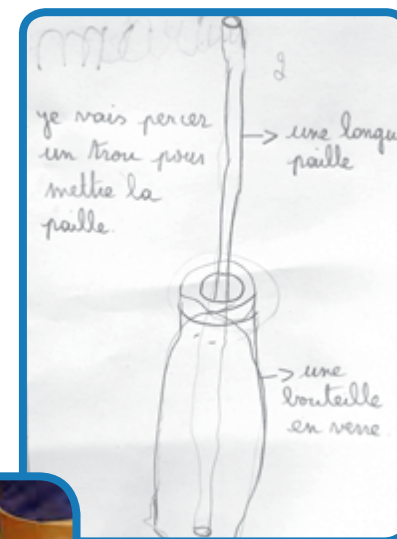


« CHIPOTER »

C'EST AUSSI FAIRE DES SCIENCES !

Dans une classe de 1ère année primaire, après avoir découvert l'objet thermomètre, après l'avoir utilisé pour effectuer des relevés de température, l'enseignant demande de dessiner :
« Comment j'imagine le thermomètre que je vais construire ?
De quel matériel vais-je avoir besoin ? »

Cette activité suscite l'esprit créatif des enfants et, bien vite, les premiers plans de construction individuels sont réalisés.



Pour la séance suivante, les enfants (et leurs parents !) contribuent à l'apport de matériel. Ainsi, une maman médecin fournit des petits pots avec couvercle en caoutchouc que l'on utilise à l'hôpital.

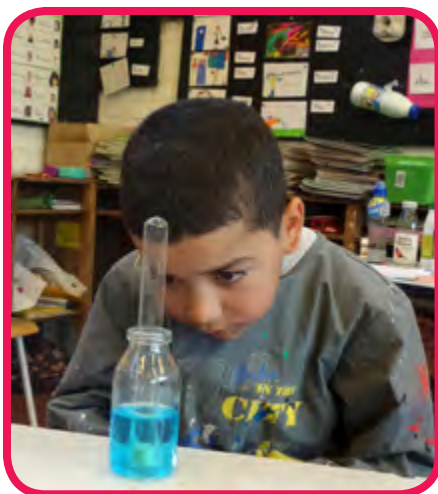
La découverte du matériel disponible relance le travail, apporte de nouvelles idées et oblige, parfois, à repenser le projet. Les enfants, seuls ou par deux, adaptent leur dessin en fonction des possibilités.



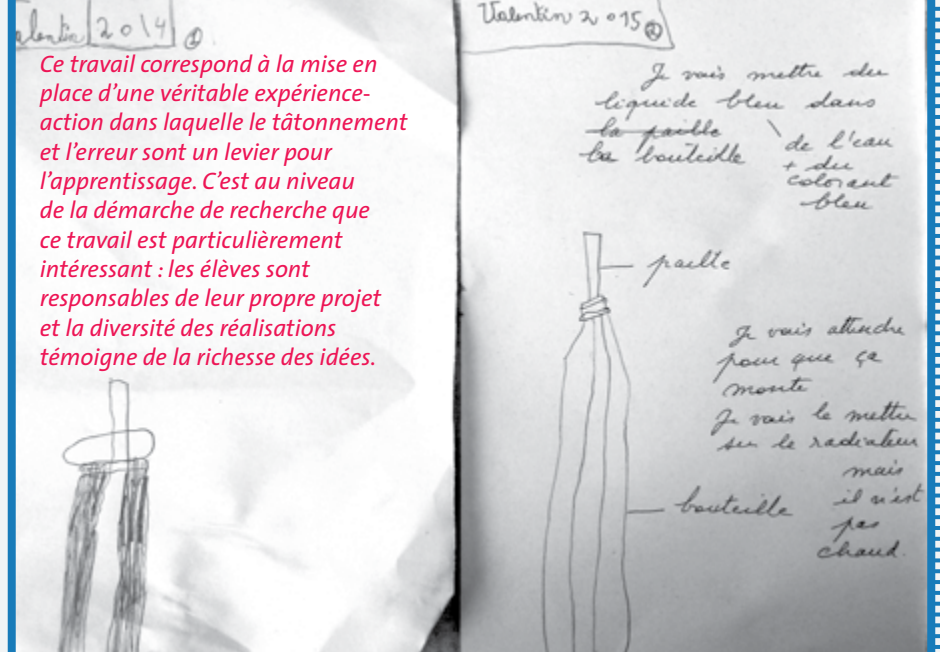
Une nouvelle question apparaît :

« Comment faire monter le liquide dans le tube ? ». En référence à ce qu'ils ont préalablement découvert quand ils ont fait fondre des glaçons, les enfants proposent de placer leur thermomètre « au soleil, au-dessus d'une bougie, dans leurs mains... ».

La phase de construction suscite l'engouement des enfants. Tous les essais sont acceptés ! Après un premier temps de construction, « il y a les déçus et les contents », dit l'enseignant. La mise en commun permet d'identifier les thermomètres « qui marchent » et des thermomètres « qui ne marchent pas ».



Cette étape de partage est importante car elle permet à plusieurs de trouver des pistes pour répondre à la question « Que faire si mon thermomètre ne « marche pas » ? ». Les enfants, en recherche, en redemandant, « obligeant » l'enseignant à poursuivre l'activité. Chacun réadapte son dispositif : l'un utilise un tube plus fin, un autre retire la plasticine qui bouche le tube, un troisième enlève l'étiquette qui empêchait de voir correctement... Ceux pour qui « ça ne marche pas encore », sont avides de trouver une solution.



Quelques écueils à éviter lors de la construction de thermomètres :

- Le choix de la matière du récipient réservoir est important. Certains matériaux, comme les bouteilles en plastique se dilatent plus vite que le liquide lui-même. En chauffant le réservoir, on risque d'obtenir un résultat surprenant. En effet, le niveau du liquide dans le tube aura alors tendance à redescendre – puisque le réservoir dilaté aura une plus grande capacité – alors que l'on s'attend à ce que le niveau monte ! Les bouteilles en verre sont à préférer.
- Spontanément, les enfants pourraient ne pas remplir le réservoir complètement de liquide. Dans ce cas, il restera de l'air à l'intérieur. Au moment de mettre le dispositif près d'une source de chaleur, l'air se dilatera très vite et la montée du liquide dans le tube sera très rapide. Cette solution ne correspond pas à ce qui se passe dans un thermomètre.

Les élèves parviendront tous, par tâtonnement et réajustements successifs, à fabriquer un thermomètre qui fonctionne, mais tous les thermomètres fabriqués dans la classe ne fonctionneront pas tous de la même façon. En effet, plongés dans le même bassin d'eau chaude, différents facteurs influenceront les résultats :

- un thermomètre dont le tube est fin verra le niveau monter plus haut qu'un même thermomètre avec un tube plus large
- un réservoir de plus grande capacité entrainera aussi une plus grande montée du liquide
- si les liquides utilisés sont différents, la dilatation sera également différente

APPRENDRE À LIRE LA TEMPÉRATURE INDIQUÉE PAR UN THERMOMÈTRE À ALCOOL

Apprendre à lire ce qu'indique un thermomètre, c'est faire des mathématiques, en se confrontant à la droite des nombres. Avoir remarqué que le niveau du liquide monte ou descend, c'est comprendre comment un thermomètre réagit à la chaleur et cela fournit une réponse qualitative.

Pour quantifier si la température de la classe est plus élevée que celle du couloir, il faut pouvoir lire la température indiquée par le thermomètre et donc s'y retrouver dans les graduations.

En 3e maternelle et au début de la scolarité primaire, la lecture est très difficile car, sur la plupart des thermomètres, les dizaines sont indiquées, mais pas les unités. Pour connaître le nombre exact de degrés, il faut compter les graduations à partir de la dizaine en-dessous jusqu'à celle correspondant au niveau du

liquide. De plus, les dizaines sont souvent écrites en grand et il est difficile de repérer à quelle graduation le nombre se rapporte.

Un procédé ingénieux peut être proposé aux enfants : fabriquer un modèle de thermomètre, de très grande taille. Un système de ruban sans fin, partiellement rouge, partiellement blanc, permet de positionner la hauteur du liquide en fonction de ce qui est lu sur le thermomètre à alcool.

Les élèves sont capables de repérer les dizaines, par comparaison avec le thermomètre de la classe, puis d'accrocher dans l'ordre chacune des unités présentes dans l'intervalle entre deux dizaines.

Une fois le dispositif construit, les enfants s'en servent pour reporter chacun des relevés effectués sur le thermomètre à alcool. La lecture devient ainsi un « jeu d'enfant ». Nul doute que ces enfants ont aussi appris à ordonner les nombres !



Rebondir sur des lectures aberrantes pour résoudre un problème de parallaxe

Après avoir appris à lire les indications du thermomètre, l'entraînement quotidien se fait sur le thermomètre extérieur placé sous le préau de l'école. Les lectures s'effectuent en fin de matinée en sous-groupes d'élèves qui se succèdent.

Le résultat d'un groupe n'étant pas celui de l'autre, l'enseignant se rend compte que la lecture pose problème : le thermomètre est placé trop haut pour eux !

Une difficulté est devenue source d'apprentissage puisqu'elle a permis d'apprendre que, pour effectuer une lecture correcte, il faut être en face du thermomètre et placer les yeux au niveau de l'extrémité du trait coloré. Pour y parvenir, un carton marque la hauteur du liquide et un tabouret permet aux plus petits d'être placés correctement.

Estimer avant de mesurer

Dans des classes de 5e et 6e années, des enseignants ont proposé aux élèves d'estimer la température avant d'utiliser le thermomètre pour la vérifier. Les élèves sont habitués à estimer les capacités ou les mesures de longueur, mais face aux températures, les enseignants constatent avec surprise que les élèves ont peu de repères.



Ainsi, au sein de la même classe, la température estimée de la piscine va de 10°C à 36°C ! Les échanges sont vifs entre enfants. « Ce n'est pas possible 10°C, on ne va pas pouvoir y mettre un bébé ! ». Lors de la prochaine séance de natation, la mesure est effectuée et chacun constate que la température du bassin est proche de 28°C.

Pour aider les enfants à se construire des repères, gardons une trace des mesures effectuées tout au long du projet (ou de l'année).

Le document page suivante, construit pour des élèves de 4e année, tient compte des mesures réelles, ce qui permet d'apporter des nuances, mais aussi de s'écartier de données théoriques. Y revenir plus tard sera intéressant.

Quelques occasions d'effectuer des relevés de température à l'école et les objectifs poursuivis

Le thermomètre : Quelques mesures et repères

La température du corps	entre 36,2° et 37°
La température de la classe	entre 25 et 28 °C
La température extérieure (...5... / 09...)	entre 8 et 10°C
La température de l'eau chaude	entre 40°C et 50°C
La température de l'eau froide	entre 14,7°C et 20°C
La température de l'eau tempérée	environ 23°C
La température de l'eau de la bouilloire	jusqu'à 96°C
La température de l'eau qui bout dans une casserole	de 90°C à 100°C
La température de l'eau avec des glaçons	de 0°C à 3,9°C
La température de l'eau dans le congélateur	après 30 min: 55°C après 45 min: 2,1°C
La température de l'eau dans le ^{micro-} ondes	96,7°C
La température	

DIFFÉRENTES SITUATIONS

OBJECTIFS POURSUIVIS

Effectuer des relevés de température en hiver.

Rencontrer les nombres négatifs

Imaginer quels seront les endroits les plus chauds à l'extérieur et dans l'école, puis y positionner des thermomètres et, par deux, y effectuer des relevés.

Comparer les valeurs obtenues.
S'interroger sur ce qui justifie les différences.

Relever la température extérieure tous les matins et la reporter sur un schéma de thermomètre.

Voir l'évolution de la température au fil du temps (des saisons).
Calculer des moyennes.
Réaliser des graphiques (voir « Introduire le relevé de température au coin météo », p. 48)

Demander aux enfants à quel moment de la journée la température sera la plus basse et quelle sera cette température.

Utiliser le thermomètre à maxima et minima afin de relever les températures extrêmes sur 24h.

Laisser des thermomètres différents (électroniques à sonde ou à alcool) dans la classe pendant un temps suffisant (pour qu'ils soient stables) puis effectuer la lecture.

Constater que les thermomètres n'indiquent pas tous la même température.
Se demander comment cela est possible et démarrer une investigation.

LES DIFFÉRENTS THERMOMÈTRES DE LA CLASSE N'INDIQUENT PAS TOUS LA MÊME TEMPÉRATURE !

Observer

Si on laisse plusieurs thermomètres en classe suffisamment longtemps pour que la température indiquée soit stable, on constate avec surprise qu'ils n'indiquent pas tous la même température.

Comment est-ce possible ?

Les thermomètres étant placés côte à côte, ce sont les appareils en eux-mêmes qui sont examinés. Dans le lot, les élèves remarquent vite qu'un thermomètre est à éliminer. En effet, le tube est détaché de son encoche et n'est plus en face des bonnes graduations donc il indique une température aberrante.

Mais pour les autres ? Quelle est la température de la classe ? 21°C, 22°C, 24°C ou 25°C ? Les élèves se demandent quel thermomètre « croire » ? Le thermomètre sonde à affichage électronique est-il plus fiable ? Lequel est le plus précis ?

La question de la confiance en l'instrument est soulevée.

Ces questions seront posées à un spécialiste des thermomètres.

QUI UTILISE DES THERMOMÈTRES ? POUR QUEL USAGE ?

Visites

Nous connaissons le thermomètre d'ambiance dans nos maisons, le thermomètre de bain, le thermomètre médical et peut-être le thermomètre à maxima/minima placé à l'extérieur, mais bien souvent, nous n'imaginons pas combien les thermomètres sont omniprésents dans nos vies. Partir à la rencontre des professionnels, c'est percevoir l'importance de contrôler la température.

L'enquête au marché

Les élèves savent qu'ils s'y rendent pour aller voir si les marchands utilisent ou non des thermomètres.

Pour préparer la visite, un questionnaire est élaboré avec les élèves :

> Avez-vous oui ou non un thermomètre ?

> Que doit-il vous indiquer ?

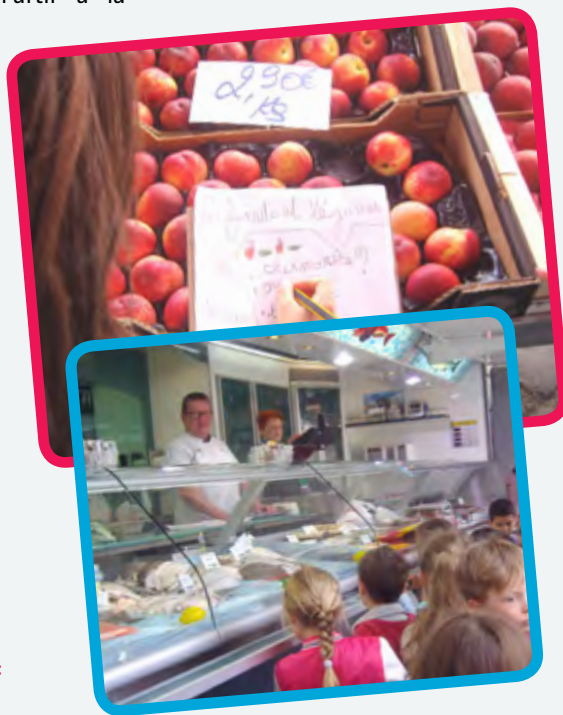
Il n'y a plus qu'à se répartir les différents marchands et c'est parti... Sur place, les enfants rencontrent le poissonnier, le fleuriste, le boulanger, le marchand de fruits et légumes, etc.

LE MARCHAND DE FRUITS ET LÉGUMES :
je n'utilise pas de thermomètre.

LE POISSONNIER :

j'ai des frigos à températures différentes selon qu'il s'agisse de poisson frais ou de préparations toute prêtes.

LE FLEURISTE : je n'ai pas de thermomètre, mais j'ai des plantes qui viennent d'une serre et qui ne peuvent sortir s'il gèle.



LA MARCHANDE DE VÊTEMENTS : même sans thermomètre, la chaleur a de l'importance car je ne vends pas les mêmes vêtements s'il fait beau. Je dois aussi protéger du soleil car il peut abîmer les vêtements.

LE BOULANGER-PÂTISSIER : la pâtisserie est mise d'un côté de l'étalage car elle contient de la crème et a besoin d'être au frais (8°C max). Les pains, eux, peuvent rester à température ambiante et se trouvent de l'autre côté de l'étalage non réfrigéré.



De retour en classe, grâce aux traces recueillies sur place, chaque groupe communique aux autres ce qu'il a découvert. C'est l'occasion de se rendre compte que contrôler la température est souvent nécessaire et qu'un même marchand doit parfois garantir une température maximale et une température minimale, comme le marchand de poulets qui doit s'assurer que le poulet cru est suffisamment froid (ici 3°C) et que la saucisse fraîchement grillée soit suffisamment chaude (ici 60°C). Pour aller plus loin, l'activité pourrait se poursuivre en s'intéressant à la conservation des aliments, de manière à prendre conscience de la nécessité de respecter la chaîne du froid, tant pour les marchands que chez soi.



La visite à la ferme

Quand une ferme diversifie ses activités parce qu'en plus de la pratique de l'élevage et de la culture des pommes de terre, elle transforme ses produits et les vend, les situations dans lesquelles le contrôle de la température intervient sont nombreuses.

Des membres de l'équipe Hypothèse ont rencontré Cécile et Caroline de la ferme Schalembourg à Haneffe (Donceel) dans le but de construire une visite à la ferme sous un angle nouveau : « l'importance du maintien de la température à différents endroits dans la ferme ». Cette visite a ensuite été vécue avec les enseignants partenaires du projet. Nous avons appris de nombreuses informations sur la provenance de nos aliments, sur les conditions dans lesquelles ils sont produits ou stockés, mais aussi sur certaines normes auxquelles les agriculteurs doivent se soumettre.

L'élevage des poulets



À leur arrivée à la ferme, les poussins doivent être protégés du froid. Le local qui les accueille doit avoir une température de 20°C et, au besoin, être chauffé. Les poulets que nous voyons ont bien grandi ! Dès que nous pénétrons dans le local, nous ressentons une chaleur un peu suffocante, pourtant, nous sommes au mois de

mars et aucun moyen de chauffage n'est apparent ! Mais qu'est-ce qui chauffe, alors ? Toucher les poulets permet de ressentir leur chaleur corporelle. Leur litière aussi dégage de la chaleur. En été, il faudra ventiler pour qu'il ne fasse pas trop chaud. Prochainement, les poulets changeront de local de manière à disposer de plus d'espace. C'est à la fois pour leur bien-être, mais aussi parce qu'il y a des normes à respecter quant au nombre de « kilos de poulet » par mètre carré.



L'étable des poulets

Ce que nous ressentons quand nous rentrons dans l'étable des poulets.

.....

.....

.....

Différentes observations ...

Nous relevons des températures

Nous posons nos mains sur un poulet

Nous portons un sachet rempli de litière fraîche

La bergerie

Au mois de mars, il y fait froid, même si les animaux sont présents.

Utiliser des thermomètres et relever la température à différents endroits permet de se rendre compte que tout n'a pas la même température. À l'intérieur du ballot de paille, il fait plus chaud que dans l'air, mais plus froid que sur le museau du mouton ! On pourrait imaginer que les élèves partent à la recherche des sources de chaleur dans la bergerie...



Sources de chaleur dans la bergerie



Voici deux exemples parmi d'autres...

La météo et notamment la température guidera le travail quotidien de l'agriculteur qui sait quand il doit retourner la terre, la semer, récolter...

RENCONTRE AVEC UN FABRICANT DE THERMOMÈTRES CONSULTER UNE PERSONNE RESSOURCE

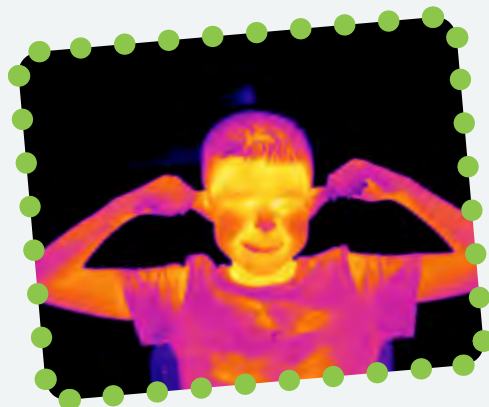
Dans le cadre d'apprentissages sur « LE THERMOMÈTRE », contacter un fabricant de thermomètres nous a semblé intéressant. Malgré nos recherches, nous n'en avons pas trouvé en Wallonie, mais nous avons rencontré un représentant de thermomètres à sonde et de caméras thermiques. Monsieur Mareschal, de la société Testo, a accepté de se rendre dans trois classes pour venir expliquer son métier ainsi que le fonctionnement et l'utilisation de ces appareils.

Voir la chaleur !

D'emblée, la couleur est donnée ! La caméra thermique est branchée sur le tableau interactif et les enfants se voient en fausses couleurs. Pas facile de se reconnaître !

A priori, l'idée peut paraître saugrenue : il est déjà difficile de travailler avec des thermomètres à liquide, pourquoi ajouter de la difficulté, en présentant des appareils au fonctionnement incompréhensible ?

Pourtant, la rencontre avec quelqu'un du métier fut riche en informations et a facilité la compréhension de la notion de chaleur.



Pendant la matinée, les élèves vont observer différents « thermogrammes », ces images obtenues par une caméra sensible aux infrarouges. Certains auront même l'occasion de manipuler ces caméras très couteuses, sous l'œil attentif des adultes présents. Les images sont intrigantes et donnent envie de tout voir avec ces « nouveaux yeux ».

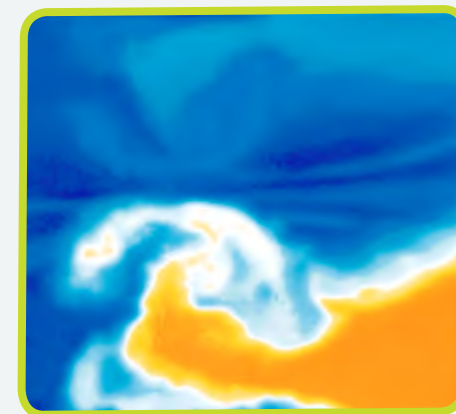
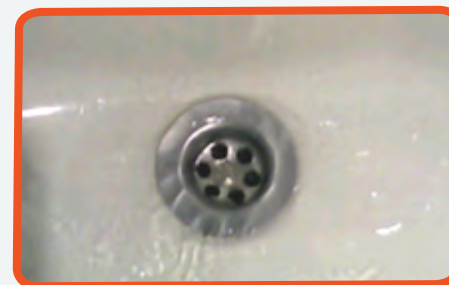
La caméra permet de voir des fantômes : la chaleur de la main posée sur la table ou sur le mur laisse des traces. Sensible à la chaleur émise, la caméra permet de voir la résistance de la cuisinière de l'école dissimulée sous la plaque, les tuyaux de chauffage, la chaleur de l'air qui s'élève au-dessus du radiateur, etc.



Cela semble magique : la caméra voit la chaleur émise par la matière ! Plus l'objet est chaud, plus il émet de la chaleur. La caméra reçoit les infrarouges et « traduit » le tout sur l'écran en fausses couleurs, par exemple des couleurs sombres pour ce qui est froid et des couleurs chaudes allant jusqu'au blanc pour ce qui est chaud.



Certaines images sont vraiment belles, comme ce mélange d'eau chaude et d'eau froide dans l'évier de la cuisine.



Et s'il n'y a pas de chaleur émise, la caméra ne voit rien...tout est noir ! Voilà pourquoi la couverture de survie, aux yeux de la caméra thermique fait office de cape d'invisibilité ! En revanche, le sachet vert, à l'avant plan, est opaque, mais la caméra « voit » la chaleur émise par la main à l'intérieur. Certains enfants font le lien avec les lunettes à infrarouges utilisées par l'armée ou par les chasseurs.



Comment fonctionne une caméra thermique ?

Les caméras ne mesurent pas la température, mais « voient » la chaleur émise par un corps. Un corps, s'il est placé dans un milieu plus froid que lui, perd de l'énergie sous forme d'un rayonnement infrarouge. Ce rayonnement, invisible à nos yeux, peut être « vu » par la caméra.

Une caméra infrarouge, c'est comme 150 000 thermomètres infrarouges placés côte à côte. Les professionnels savent que l'image de la caméra n'est pas toujours facile à interpréter car chaque matériau réémet la chaleur différemment selon sa nature.

Comment étalonner un thermomètre ?

Les élèves qui avaient vu que différents thermomètres placés dans une pièce n'indiquent pas tous la même température ont demandé à Monsieur Mareschal : « Comment sait-on qu'un thermomètre est juste ? »

Il a expliqué que les thermomètres, lors de leur fabrication, sont étalonnés. On plonge les thermomètres dans un bain d'étalonnage maintenu à température constante. Par exemple, plongé dans un bain d'eau glacée (eau + glaçons), le thermomètre est ensuite réglé pour qu'il indique 0°C. On procède de même avec de l'eau bouillante et le thermomètre est réglé sur 100°C.

Placés dans un bain d'eau glacée, les thermomètres de la classe n'indiquaient ces valeurs qu'à 1 ou 2 degrés près. D'après le représentant, il semble que ce soit normal car, pour un usage domestique, la fiabilité est d'environ 1 ou 2°C.

Quel thermomètre pour quel usage ?

Les thermomètres sont omniprésents. Monsieur Mareschal affirme que la « température est la grandeur physique la plus mesurée dans le monde ». Il est convaincu que l'utilisation des thermomètres va encore s'amplifier dans les années à venir.

Le secteur alimentaire utilise sans cesse des thermomètres.



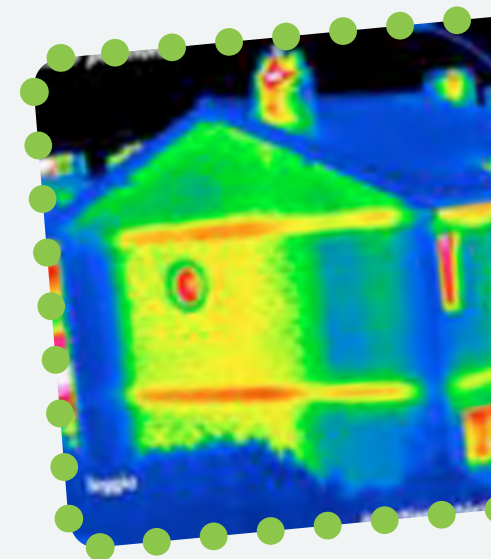
Celui-ci, pourvu d'une vrille, permet de pénétrer au cœur des aliments congelés, celui-là peut être plongé dans des liquides, comme le chocolat.



Ce dernier est un thermomètre à infrarouges d'usage assez large. Sur le site www.testo.be/details_de_produit/0560+8316/, nous pouvons lire qu'avec ce thermomètre, « vous mesurez la température de palettes complètes de denrées alimentaires en quelques secondes (...). L'idéal pour les contrôles de température à la réception des marchandises et lors de la production de denrées alimentaires ». Il présente notamment l'avantage de pouvoir mesurer la température sans entrer en contact et donc sans dégradation grâce aux infrarouges.

Les caméras thermiques sont en plein essor. Récemment, l'épisode de fièvre Ebola a conduit plusieurs aéroports à s'équiper de thermomètres infrarouges qui permettent, à distance, de repérer les personnes qui présentent une température anormalement élevée. Mais c'est surtout dans le secteur du bâtiment que ces caméras sont utilisées : elles permettent de traquer les pertes de chaleur ou des défauts aux connexions électriques.

Quand un professionnel achète un thermomètre, il doit choisir l'instrument le plus adapté en fonction de ses besoins. Il faut faire un compromis entre « la précision », la « rapidité de la mesure » (le temps de réponse) et la « robustesse ». Ainsi, dans le secteur métallurgique, la robustesse prime sur la précision (on n'est pas à quelques degrés près), tandis que dans le domaine pharmaceutique, c'est la précision qui sera souvent privilégiée.



BRÈVE HISTOIRE DU THERMOMÈTRE

Tout comme les relevés de température permettent de faire des liens vers les mathématiques, le thermomètre est l'occasion de découvrir comment cet instrument a évolué au cours des siècles. Un peu d'histoire des sciences et techniques...

(Voir « Pour en savoir plus » p.64)

Chacun son chemin...

SENSIBILISER/MOBILISER

C'est chaud ou froid ?

Lecture de livres narratifs:

- > *Le froid et le chaud*
- > *Le voyage de plume*

La mare a gelé !

- À quelle température l'eau gèle-t-elle ?
- Demain, fera-t-il plus chaud qu'aujourd'hui ?
- Visiter une exposition de statues de glace

CHERCHER L'INFORMATION

LE CHAUD, LE FROID, COMMENT LES SÉPARER ?

- > Boule et Bouboule
Observer p. 39
- > Quelle température fait-il dans la veste ?
Expérimenter p. 43
- > À la rencontre d'un spécialiste de l'imagerie thermique
Consulter une personne ressource p. 44
- > Garder la chaleur dans nos maisons
Modéliser p. 46

INTRODUIRE LE RELEVÉ DE TEMPÉRATURE AU COIN MÉTÉO

- > Habiller la poupée Julie
Observer p. 48
- > Exploiter le séjour à la mer sous l'angle de la météo
Observer et rechercher dans les documents p. 49
- > Pour effectuer nos relevés de température, où va-t-on placer le thermomètre ?
Expérimenter p. 49

HISTOIRES D'EAU GIVRÉES

- > La glace, c'est aussi de l'eau
Expérimenter/Observer p. 55
- > A quelle température la glace devient-elle de l'eau ?
Expérimenter p. 55
- > Comment faire un glaçon ?
Expérimenter p. 59
- À quelle température l'eau devient-elle de la glace ?
Expérimenter p. 60
- L'eau chaude gèle-t-elle plus vite que l'eau froide ?
Expérimenter p. 60

COMMUNIQUER

- > Nos relevés de température
p. 54

FAIRE DES SCIENCES ET DES MATHS

- > Effectuer des relevés de température p. 50

TRANSFÉRER

- > Ranger différents lieux en fonction de leur température grâce à des glaçons p. 61

SENSIBILISER/MOBILISER

Chaud ou froid ?

Les enfants ont vécu diverses mises en situation en lien avec les notions de chaud et de froid. Certaines ont été provoquées par l'enseignant comme par exemple la lecture d'un livre narratif. D'autres, complètement fortuites, sont tombées à pic comme cette école qui a connu une panne de chauffage en hiver.

D'une manière générale, le passage par les sensations de chacun s'est avéré une étape importante, peu importe le niveau des enfants.

Chaque enfant a décrit ou dessiné des situations dans lesquelles il avait chaud et d'autres dans lesquelles il avait froid. Chaque enfant garde individuellement une trace des situations qu'il a identifiées.

Pendant, au moment de l'élaboration de la trace collective, des désaccords surviennent. Alors que Frédéric a chaud lorsqu'il va à la piscine, Léa, elle, trouve qu'il y fait plutôt froid. Un débat s'amorce.



Quand j'entends le mot
« chaud » je pense à :



um gros manteau



um four



ume pizza



um radiateur



um biberon



ume casserole



le ventre de
maman



une crêpe



des grosses
chaussures



um chocolat
chaud



des pâtes



à l'imprimerie



faire cuire
quelque chose

Dans un second temps, les enseignants ont demandé aux enfants à quoi ils associaient le chaud et le froid.

Une fois encore, des désaccords surviennent.

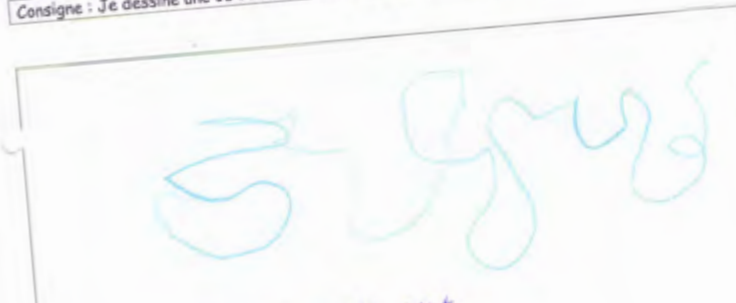
Ceux-ci sont inévitables vu la subjectivité de la notion de chaud et de froid. Le constat de ces désaccords amène à la nécessité d'une objectivation des ressentis. C'est le moment d'introduire un instrument de mesure : le thermomètre.

PRENOM : MARIE DATE : 15.09.15

Consigne : Je dessine une ou des situations dans la(les)quelle(s) j'ai chaud.



Consigne : Je dessine une ou des situations dans la(les)quelle(s) j'ai froid.



La météo comme mise en situation

TOUT SIMPLEMENT...

Ce matin, les enfants de 3e maternelle arrivent à l'école avec des mots nouveaux plein la tête. Ils avaient pour mission d'écouter (ou de regarder) la météo pour revenir en classe avec les « mots de la météo » entendus à la maison (et retenus). Parmi d'autres, les termes **température**, **vent**, **degré** et **thermomètre** sont cités. Une trace est gardée et chacun de ces termes sera exploité par la suite, faisant l'objet d'autant d'investigations.

PARTIR DE LA QUESTION : « DEMAIN, FERA-T-IL PLUS CHAUD OU PLUS FROID QU'AUJOURD'HUI ? »¹

Échanger sur les moyens d'y répondre : regarder dans le journal, demander à quelqu'un, utiliser un thermomètre...

Le lendemain, les enfants font part de leurs recherches : **j'ai entendu à la météo ; ce matin, on a dû gratter le pare-brise de la voiture; j'ai regardé sur le gsm de maman...** De la discussion ressort l'intérêt d'utiliser un thermomètre et l'investigation démarre autour de l'instrument et son fonctionnement.

EXPLOITER UN ÉVÉNEMENT FORTUIT...MAIS GUETTÉ PAR L'ENSEIGNANT

En démarrant en hiver, on a toutes les chances de pouvoir bénéficier de la survenue d'un événement fortuit comme une plaque de verglas dans la cour, du givre sur les vitres de la classe, le gel de la surface de la mare, etc. Autant d'occasions à exploiter pour démarrer un projet à partir de la question « Que s'est-il passé ? ». Voici quelques explications proposées par des élèves de 5e primaire :

*« En-dessous de 0°C, l'eau commence à geler »
« Les degrés sont en-dessous de zéro degré et les eaux gèlent »
« Il fait quand même des fois plus que moins 2 degrés »
« La température a baissé. On a des degrés négatifs »
« Il a fait moins trois ».*

Même s'ils ont bien compris l'importance des températures négatives, la plupart éprouvent des difficultés à s'exprimer. Certains formulent une explication générale quand d'autres restent sur le cas particulier de la nuit dernière.

¹ D'après une idée de Hartmann, M. (2006)

LE CHAUD, LE FROID... COMMENT LES SÉPARER ?

QU'IL FASSE TRÈS CHAUD, COMME CET ÉTÉ, OU SIMPLEMENT FROID COMME TOUS LES HIVERS, NOUS AVONS SANS CESSER BESOIN OU ENVIE DE SÉPARER LE CHAUD DU FROID : NOUS PROTÉGER DU FROID QUAND NOUS SORTONS EN HIVER, GARDER DES ALIMENTS ET DES BOISSONS FRAICHES EN PLEIN ÉTÉ, MÊME SANS FRIGO, GARDER NOTRE MAISON BIEN AU CHAUD SANS DEVOIR DÉPENSER TROP D'ÉNERGIE...

BOULE ET BOUBOULE

Observer

Aujourd'hui, il a neigé !!!

Les enfants ont décidé de faire deux bonshommes de neige. Avec tout le mal qu'ils se sont donné, ils voudraient pouvoir les garder le plus longtemps possible.

Certains enfants proposent de mettre une couverture aux bonshommes. D'autres s'y opposent : cela va les faire fondre plus vite car la couverture va les chauffer !

Il est donc décidé de mettre une couverture à Bouboule et de laisser Boule sans couverture.



Après avoir habillé Bouboule et laissé Boule tout nu, chaque enfant choisit celui qui, selon lui, fondra le plus vite.

« A ton avis que va-t-il se passer avec nos 2 bonshommes ».

- « Bouboule va fondre moins vite parce qu'il a une couverture. Le soleil, c'est chaud. La couverture ça nous rend chaud et il ne va pas fondre. La couverture va le protéger du soleil. » Anaïs
- « Bouboule va fondre plus vite, parce que la couverture c'est chaud. Boule va fondre un peu moins vite » Clara B.
- « Bouboule va fondre parce que la couverture va chauffer. Il fait froid et il va être chaud avec la couverture. Les bonshommes de neige, c'est froid et avec la couverture, il va chauffer, fondre et on ne le verra plus. » Ombeline
- « Il va sûrement être tout chaud parce que la couverture est chaude. Il va fondre. Boule ne va pas fondre. » Yowan
- « Bouboule ne va pas fondre parce qu'il a une couverture. Elle est un peu froide et un peu chaude. » Félix
- « Bouboule va fondre plus vite parce qu'il a une couverture. Elle est chaude. L'autre va fondre avec le soleil. » Clara C.
- « Bouboule va fondre plus vite parce qu'il a une couverture. La couverture, évidemment, c'est chaud. » Jules
- « Bouboule va fondre plus vite parce qu'il a une couverture. Une couverture est chaude. Le soleil fait fondre la neige parce qu'il fait chaud. Il faut du soleil pour faire fondre la neige. » Nathan
- « Bouboule va fondre parce que la couverture ça permet d'avoir chaud. » Noa
- « Celui avec la couverture va fondre parce que la couverture donne chaud. » Maxime S.
- « Les 2 vont fondre quand il y aura du soleil. » Maxime M.
- « En fait celui qui a la couverture va fondre avant l'autre. La couverture ça rend chaud et ça fait fondre la neige. » Célestin

Après quelques jours, Boule a complètement fondu. Bouboule a certes fondu également mais il reste toute de même de la neige dans la couverture.

À la suite de ce constat, chaque enfant est invité à fournir une explication : pourquoi est-ce Bouboule qui a fondu le moins vite?



Pourquoi Boule a-t-il fondu ?

Parce qu'il y avait un petit peu de chaud.	Yowan
Parce qu'il y avait du soleil (un petit peu, trop).	Léna, Nathan, Félix, Clara C., Anaïs, Adrien
Parce qu'il n'a pas de couverture.	Ombeline, Célestin
A cause du soleil et du froid qui se mélangent.	Clara B.
Parce qu'il faisait trop chaud.	Maxime S.

Pourquoi Bouboule n'a-t-il pas fondu ?

Parce qu'il a une couverture.	Yowan, Léna, Nathan
Parce que la couverture est (très) froide.	Léna, Félix, Clara B.
La couverture a protégé la neige. Elle n'a pas fondu. La neige est froide.	Adrien, Anaïs
La couverture est un peu chaude et un peu froide. Le froid et le chaud qui viennent du ciel se mélangent et la neige ne fond pas.	Clara B.
Parce qu'il faisait chaud dans la couverture.	Célestin
Parce qu'il y avait du froid du côté de Bouboule et du chaud (le soleil) du côté de Boule.	Maxime S.
Je ne sais pas.	Ombeline

Certaines de ces explications laissent apparaître le début de la construction du concept d'isolant : la couverture « a protégé » la neige.

Serait-il possible qu'il en soit de même avec nos vêtements ?

Que la veste que je mets pour sortir en hiver ne me chauffe pas, mais me protège du froid extérieur ?

QUELLE TEMPÉRATURE FAIT-IL DANS UNE VESTE ?

Expérience à suivre

Afin de vérifier si la veste d'Antoine produit de la chaleur, l'enseignante propose la manipulation suivante : elle lui demande de repérer, à l'aide d'un petit morceau de collant rouge, le niveau du liquide dans le tube du thermomètre placé dans la classe. Ce faisant, on met en mémoire la température qu'il fait dans la classe. Antoine place ensuite le thermomètre dans sa veste (*sans la porter*).

Si la veste produit de la chaleur, le niveau du liquide dans le thermomètre devrait monter.

Mais rien ne se passe.

C'est peut-être que la veste d'Antoine n'est pas une bonne veste...

Mais la constatation est la même pour toutes les vestes des enfants de la classe...

Une élève se dit alors que peut-être que la veste de sa maman, qui lui donne très très chaud quand elle la porte, donnera un résultat différent. Elle est venue le lendemain avec la veste de sa maman. Après vérification, même cette veste là ne produit pas de chaleur.

Avons-nous bien mesuré ?

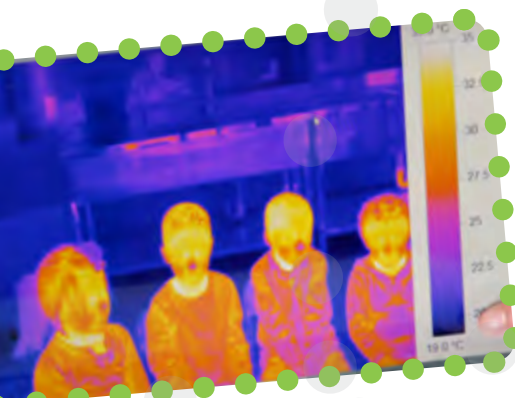
Notre thermomètre ne serait-il pas assez précis ?

Pour en avoir le cœur net, nous faisons appel à un spécialiste de l'imagerie thermique.



À LA RENCONTRE D'UN SPÉCIALISTE DE L'IMAGERIE THERMIQUE

Consultation d'une personne ressource



La classe a reçu la visite d'un spécialiste. Il a apporté une caméra qui permet de visualiser la chaleur.

La première partie de l'activité avait pour but de lier les couleurs affichées à l'écran avec le chaud ou le froid ressenti. Différents jeux de couleurs sont possibles, mais c'est celui qui fixe le blanc pour le chaud et le bleu pour le froid qui a été utilisé.

Les enfants ont donc pu observer différents objets au travers de la caméra thermique. Après cela, ils allaient poser la main sur ces objets afin de constater qu'en effet, ce qui apparaît

blanc à la caméra est bien chaud et ce qui apparaît en bleu est bien froid. Une fois cette correspondance couleur-chaleur bien fixée dans la tête des enfants, la seconde partie de l'activité a pu débuter.



Cette seconde activité avait pour but de déconstruire l'idée selon laquelle la veste (ou la couverture) produit de la chaleur.

Pour cela, les enfants ont observé leur veste à l'aide de la caméra thermique : elle apparaît bleue. Pour eux, cela devient évident : leur veste est froide !

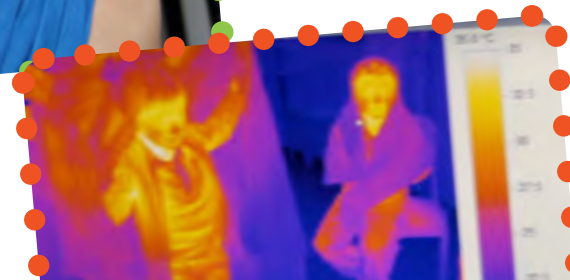


Ensuite, ils ont réalisé de nombreuses observations sur leur corps et sur celui de leurs camarades. Surprise ! Même sans veste, ils apparaissent blancs. Cela prend du temps mais ils commencent à comprendre que leur corps produit de la chaleur.

On leur demande de mettre leur veste quelques instants puis de la retirer. Ils observent alors directement l'intérieur et l'extérieur de leur veste : l'extérieur apparaît comme étant froid et l'intérieur comme étant plus chaud. Et c'est la même observation pour toutes les vestes et pour toutes les couvertures !

Si on attend quelques instants, l'intérieur de la veste apparaît de nouveau bleu à l'écran.

De cette manière et petit à petit commence à se construire chez certains la notion d'isolation thermique : la veste ne produit pas de chaleur mais elle empêche la chaleur produite par mon corps de s'en échapper, tout comme elle a un peu empêché la chaleur extérieure de réchauffer Bouboule.





Bien souvent, enfants et adultes pensent que la chaleur et le froid sont des substances. Le vocabulaire courant amène souvent à des raccourcis qui renforcent cette idée : « Le manteau ne laisse pas entrer le froid ; le thermo empêche la chaleur de sortir ». Or, le froid n'existe pas en tant que tel, mais il correspond à « moins de chaleur ». Il est amusant, en regardant l'histoire des sciences, de voir qu'il a fallu attendre le 19^e siècle pour que cette idée soit abandonnée par les scientifiques : « Depuis l'Antiquité, on avait cru que la chaleur était un fluide impondérable, sans masse, appelé calorique, qui circulait des objets chauds vers les objets froids. En 1789, (...) Davy et Thomson, qui étudiaient la chaleur dégagée par la taille des tubes à canon, démontrèrent que la friction pouvait produire de grandes quantités de chaleur (...). Dans les années 1850, la théorie du calorique fut progressivement abandonnée et les scientifiques commencèrent plutôt à décrire la chaleur comme une forme d'énergie. » (Thouin, 2001).

GARDER LA CHALEUR DANS NOS MAISONS OU À L'ÉCOLE, EST-CE AUSSI UN PROBLÈME D'ISOLATION ?

Bien sûr, quand il fait très froid, nous avons besoin de chauffer nos maisons ou notre école, mais si nous ne voulons pas que toute la chaleur produite s'en aille rapidement chauffer la cour ou la rue, il est indispensable d'isoler les bâtiments.

À la rencontre d'un professionnel de l'isolation Consultation d'une personne ressource

Si les impressions de chaud et de froid ne sont pas les mêmes pour tous les enfants, il est cependant un point qui fait l'unanimité : ils préfèrent avoir bien chaud que trop froid ! Dès lors, à l'école, comment garder la chaleur à l'intérieur afin de ne pas avoir froid en classe ? C'est grâce à l'isolation que la chaleur peut rester à l'intérieur d'un bâtiment. Les élèves ont donc fait appel à un spécialiste de l'isolation afin d'en savoir plus. Il leur a parlé de son métier et il a apporté des échantillons de plusieurs matières qui servent à isoler.

Comment garder la chaleur de la maison ? Modélisation

Afin de montrer l'effet d'une bonne isolation, un papa qui travaille dans ce domaine est venu à l'école avec des maquettes de maisons. Celles-ci sont isolées de différentes manières : il y a une maison qui n'est pas du tout isolée, une autre dont seuls les murs sont isolés, encore une autre isolée au niveau du toit et des murs...

Dans chacune de ces maisons, les enfants ont placé un récipient rempli d'eau chaude. Ces récipients jouent le rôle de radiateur. Pour toutes les maisons, ils sont identiques et remplis d'un volume égal d'eau à la même température.

Chaque maison est équipée d'un thermomètre électronique qui mesure la température à l'intérieur de la maison et permet d'observer les changements de celle-ci au cours du temps.



Pour assurer une nette différence de résultats entre les différentes maisons, il vaut mieux travailler dehors lorsqu'il fait froid ou dans un local bien frais. En effet, les transferts de chaleur sont plus rapides lorsqu'il y a une grande différence de température entre deux milieux.



Une maison a aussi été construite avec la porte et les fenêtres ouvertes afin de voir l'effet de leur ouverture sur l'évolution de la température intérieure de la maison.

Cette activité est une belle occasion, chez les plus grands, de travailler la mise en graphique des résultats obtenus.



Pour aller plus loin, nous vous proposons de consulter les activités décrites dans la brochure « Une brique dans le cartable », à partir de la page 37.

INTRODUIRE LE RELEVÉ DE TEMPÉRATURE AU COIN MÉTÉO

L'étude de la météo avec les élèves est complexe car elle dépend de plusieurs paramètres (pression, humidité, température...). Le développement qui suit s'intéresse à la température, ses relevés et à la mise en graphique des données récoltées.

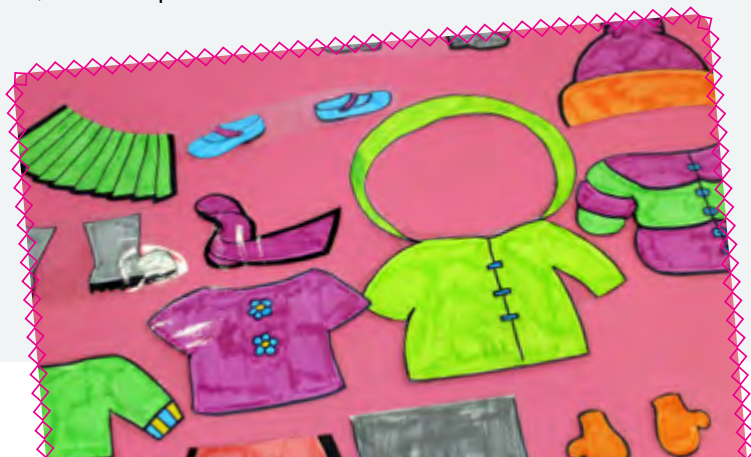
UNE PREMIÈRE APPROCHE DE LA DIVERSITÉ DES PARAMÈTRES DE LA MÉTÉO EN CLASSES MATERNELLES

Habiller la poupée Julie - Observer

En accueil et première maternelle, chaque matin, les enfants habillent Julie en fonction de la météo du jour. Pour ce faire, en récréation, l'enseignant amène les enfants à percevoir le temps qu'il fait. Cette perception est mise en lien avec l'observation du ciel. Cette observation est investigatrice puisqu'elle va permettre de recueillir de nouvelles informations : présence de nuages, couleur du ciel, intensité du vent évaluée grâce au balancement des branches d'arbres, etc.

De retour en classe, pour traduire l'observation, les enfants accrochent les pictogrammes représentant la météo du jour sur le calendrier du mois. Le document a été prévu pour rendre compte des différents paramètres, comme la présence simultanée du vent et des nuages.

Ensuite, ils habillent la poupée Julie. Les enfants choisissent dans la valise les vêtements du jour pour Julie et expliquent leur choix. Leur propre tenue vestimentaire apporte aussi des indices. Plus tard dans la journée, l'enseignant reviendra sur la tenue de Julie afin de voir ce qu'il faut éventuellement modifier. Cette étape est intéressante car elle permet aux enfants de prendre conscience que la météo change en cours de journée. Ils apprennent aussi que, même s'il y a du soleil, en janvier, on ne sort pas sans manteau !



À la fin du mois, ils réalisent une « petite moyenne », en comptant quelle image revient le plus souvent. Par la suite, l'enseignant a ajouté une photo d'un arbre du parc afin de garder une trace de son évolution au cours des saisons. C'est une première prise de connaissance des saisons.



Exploiter le séjour à la mer sous l'angle de la météo – Observation et recherche dans les documents

Chaque matin, les enfants de 3e maternelle consultent les prévisions météo du jour sur l'ordinateur mis à leur disposition. Une fois dehors, les enfants observent le ciel, décrivent la force du vent et relèvent la température qu'ils transcrivent en degrés grâce au modèle de thermomètre construit (voir « Le thermomètre » p. 8). Au cours de la journée, ils confrontent les prévisions à leurs observations.

POUR EFFECTUER NOS RELEVÉS DE TEMPÉRATURE, OÙ VA-T-ON PLACER LE THERMOMÈTRE ?

Expérience action ou à concevoir

Cette question est intéressante à poser aux élèves. En effet, elle permet de se demander si le lieu de la mesure a de l'importance. Diverses conditions du milieu susceptibles d'influencer la mesure pourront donc être testées.

En fonction de l'âge des élèves, on peut proposer :

- soit un *tâtonnement expérimental* : placer des thermomètres dehors, à différents endroits, au même moment, « pour voir » la température qu'ils indiquent
- soit la *conception d'un dispositif de récolte d'informations* (qui demande une anticipation de la part des élèves). Ainsi, ils vont imaginer comment vérifier l'influence de l'exposition au soleil, au vent, ou à la pluie sur la température indiquée par le thermomètre

Dans les deux cas, les résultats sont comparés et discutés de manière à décider du dispositif le plus judicieux pour effectuer les relevés. Les élèves sont alors prêts à se renseigner sur les conditions dans lesquelles les thermomètres sont placés dans une station météo de manière à comparer leur dispositif pour le valider ou l'améliorer.

De la même manière, il est intéressant de faire réfléchir les élèves afin qu'ils découvrent, qu'au cours de la journée, les variations de température peuvent être importantes, ce qui va nécessiter d'effectuer les relevés quotidiens à la même heure.

DES RELEVÉS DE TEMPÉRATURE POUR FAIRE DES SCIENCES ET DES MATHÉMATIQUES

Avant d'effectuer des relevés, il faut s'assurer que les élèves sont capables d'utiliser le thermomètre... ou alors, on saisit l'occasion pour apprendre (voir « Apprendre à lire la température indiquée par le thermomètre » p.22)

L'objectif d'apprentissage va déterminer quelles seront la fréquence et la durée des relevés de température. L'objectif principal sera tantôt scientifique, tantôt orienté vers les mathématiques.

Effectuer des relevés quelques jours par mois, tous les mois pour...

Récolter des informations sur une année entière aide à construire la notion de saison. Les élèves seront amenés à voir quels sont les mois les plus froids de l'année, à identifier les périodes pour lesquelles les valeurs sont négatives, ... Idéalement, ces relevés seront alors mis en lien avec la durée du jour et de la nuit et avec des observations du vivant, comme l'évolution des arbres de la cour ou le comportement des oiseaux, etc.

Pour amener à distinguer la météo du climat, les données récoltées seront mises en parallèle avec les moyennes mensuelles effectuées sur plusieurs années. Les expressions comme « température la plus basse pour le mois de mars enregistrée depuis un siècle » prendront alors tout leur sens.

Effectuer des relevés tous les jours à la même heure pour...

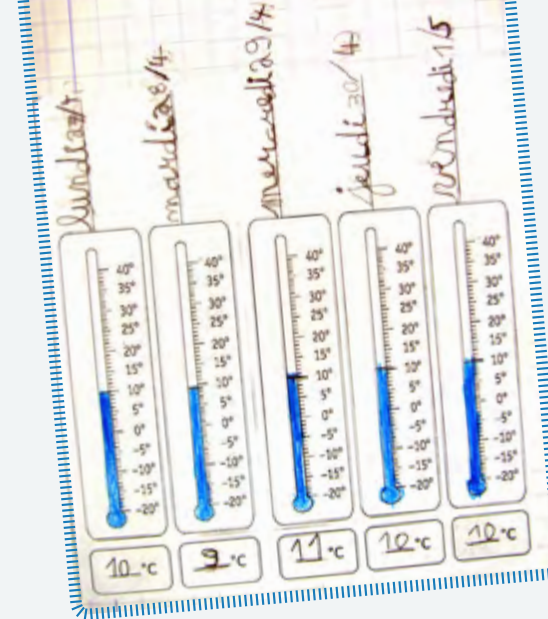
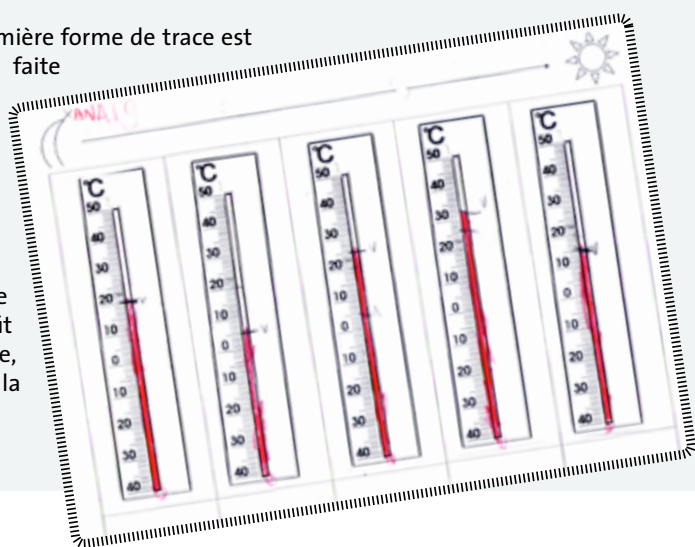
Prendre le temps d'effectuer des relevés quotidiens pendant un ou plusieurs mois et reporter ces relevés permet d'identifier les jours les plus chauds, de calculer des moyennes, de construire des graphiques...

Les moyennes calculées peuvent être confrontées aux moyennes de référence pour la Belgique qui sont accessibles sur le site de l'IRM (Institut Royal Météorologique) : <http://meteo/view/fr/1124386-Bilan+climatologique+mensuel.html>

Déjà chez les plus jeunes, une première forme de trace est possible en reportant la lecture faite sur une représentation d'un thermomètre dessiné.

En alignant les jours successifs, on obtient une frise de thermomètres sur laquelle il est plus aisé d'identifier les valeurs maximales et minimales.

Chez les plus grands, la silhouette du thermomètre disparaît au profit des axes du graphique : en abscisse, les jours du mois, en ordonnée, la température (en °C).

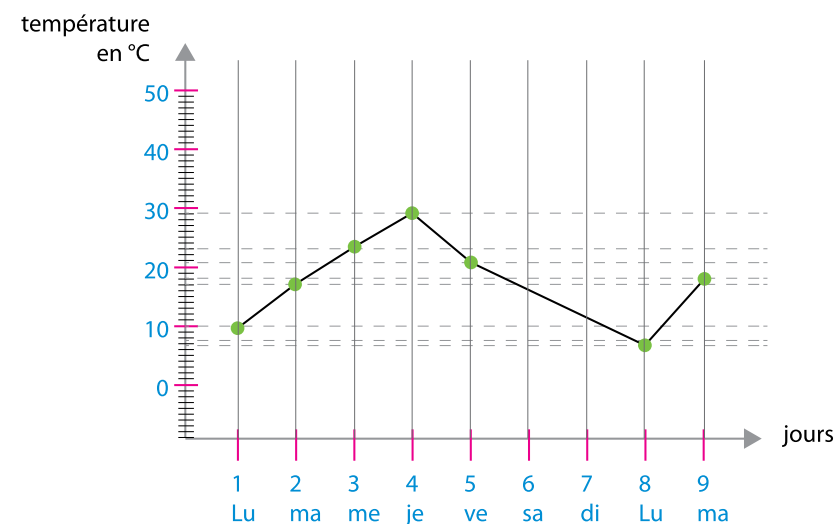


Il est souvent tentant de relier les valeurs obtenues. Autrement dit, de dessiner une courbe par sommets reliés.

À quelle condition le graphique garde-t-il du sens au niveau mathématique ?

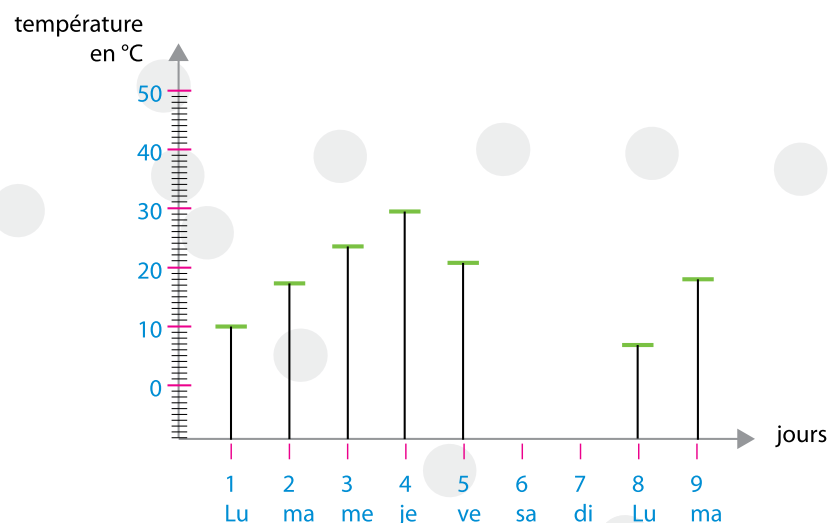
Sur de nombreux graphiques de température, lorsque la variable temps intervient, la courbe est spontanément tracée. Cette représentation présente l'avantage de rendre plus visibles l'évolution de la température au fil du temps, ainsi que les valeurs minimale et maximale.

Mais mathématiquement, cela n'a guère de sens. Même si cette pratique est courante et peut être acceptée, il est intéressant, particulièrement avec des élèves de 6^e année, de les faire réfléchir à la signification mathématique. Prenons un exemple à l'aide du graphique ci-dessous.



Demandons-nous à quoi correspond une valeur de la courbe comprise entre deux relevés. Par exemple, entre le jour 5 et le jour 8. Rien ne prouve que les valeurs réelles, si elles avaient été mesurées, correspondraient aux valeurs de la courbe. Elles pourraient même s'en éloigner fortement. Peut-être a-t-il fait beaucoup plus chaud le jour 6 que le jour 4 ? Même entre deux jours consécutifs, nous savons que la température passe par un maximum (dans l'après-midi) et un minimum (en cours de nuit). La courbe n'est donc pas juste ; elle n'a pas de sens.

Il vaut dès lors mieux conserver des graphiques en bâtonnets sur lesquels chaque trait vertical indique la température du jour. Il n'y a pas de lien entre les températures des différents jours d'un même mois ou d'une même semaine.

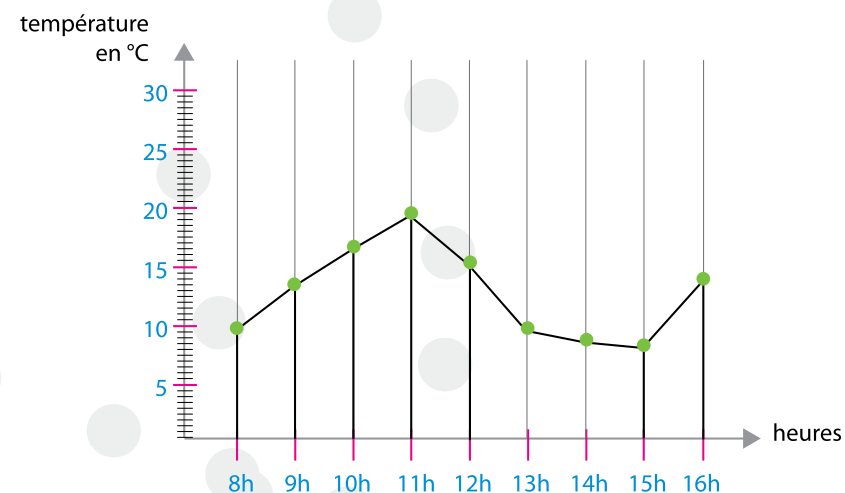


Pour aller plus loin dans la construction du sens, il est intéressant d'effectuer des relevés beaucoup plus fréquents sur une durée courte, comme indiqué ci-contre. On pourra alors relier les points obtenus...

Effectuer des relevés toutes les heures pendant un jour pour...

Une fois le questionnement lancé sur la pertinence du graphique de température, on peut amener les élèves à augmenter la fréquence des relevés.

Cet exercice va mettre en évidence les variations de température au cours d'une même journée. Elle va objectiver ce que certains pressentaient peut-être de manière intuitive.



Si on prend le temps de reporter ces nouvelles valeurs sur le graphique hebdomadaire, les élèves comprendront pourquoi relier les valeurs obtenues une fois par jour n'a guère de sens.

En outre, relever la température durant toute la journée peut amener à s'interroger sur les températures nocturnes. Comment avoir une idée des températures les plus basses ? Ce questionnement permet d'introduire le thermomètre à maxima et minima. Apprendre à l'utiliser est accessible en 5e et 6e années. Comprendre son fonctionnement est toutefois un peu plus complexe.

Effectuer des relevés chaque minute pendant 30 minutes pour...

Il est encore possible d'affiner les relevés. Proposer des relevés toutes les minutes, c'est presque relever la température en continu. Proposer une mise en graphique en reliant les valeurs relevées prend alors son sens. C'est se rendre compte que plus les mesures sont rapprochées, plus il est licite de relier les points parce que des variations brusques de température au cours d'une minute (qui se traduiraient par des écarts par rapport à la courbe obtenue) sont peu probables. C'est aussi percevoir, particulièrement si le temps est variable, que le paramètre température évolue sans cesse au cours du temps parce que ce paramètre dépend de nombreux facteurs : le vent, l'ensoleillement, etc.

COMMUNIQUER NOS RELEVÉS DE TEMPÉRATURE

Communiquer

On peut simplement communiquer au sein de l'école. Imaginons une école en projet météo. Chaque classe étudie un paramètre. Celle qui s'intéresse aux relevés de température peut communiquer quotidiennement les températures mesurées et après chaque mois, présenter les graphiques et les moyennes calculées.

Il est aussi possible de communiquer via le site *la Météo des Écoles*. Vous effectuez des relevés météo que vous reportez en ligne, comme le font des centaines d'autres écoles dans le monde... À vous de choisir ce que vous souhaitez partager.

La Météo des Écoles permet la saisie de l'état du ciel, de la température, de la pression, du type de nuage, de la direction et/ou de la force du vent et des précipitations mensuelles.

Si vous souhaitez vous lancer dans la récolte des données météorologiques, vous pouvez participer au site de la météo des écoles dont l'objectif est « l'Utilisation des Technologies de l'Information et de la Communication de façon transversale sur un projet à dominante sciences et géographie. Travail en réseau d'écoles. »

Pour tout renseignement : http://www.meteodesecoles.org/presentation_lang.php



HISTOIRES D'EAU GIVRÉES

De par sa facilité d'obtention et d'utilisation, l'eau sous tous ses états a été utilisée à de nombreuses étapes du projet.

Que ce soit lors de mises en situation comme lorsque la mare a gelé ou qu'une plaque de verglas est apparue dans la cour de récréation ou lors d'expérimentations, comme lorsqu'il a fallu calibrer des thermomètres, l'eau a été incontournable à toutes les étapes du projet.

Dans cette partie, ce sont les états liquide et solide qui sont traités avec d'une part, la proposition de manipulations libres permettant aux enfants d'appréhender eau et glace comme étant deux états d'une même matière et non pas deux matières différentes, et d'autre part, des activités traitant de manière qualitative (*Comment faire des glaçons ?*) et quantitative (*À quelle température la glace fond-elle ?*) les passages entre les états liquide et solide de l'eau.



LA GLACE, C'EST AUSSI DE L'EAU ! Expérience pour ressentir, observation

Dans un premier temps, les enfants sont amenés à mettre en place toute une série de manipulations libres sur les glaçons. Ces dernières permettent de constater que la glace, c'est de l'eau, mais aussi que la glace fond au contact de la main. Ces activités sont décrites dans la brochure « Les glacières à glace naturelle »

À QUELLE TEMPÉRATURE LA GLACE DEVIENT-ELLE DE L'EAU ?- Expérience à concevoir

À diverses occasions, les enfants ont été confrontés à de la glace et à des glaçons. Ces occasions ont souvent permis de faire le constat que les glaçons fondent et « deviennent » de l'eau.



Glace et eau liquide sont deux états physiques différents d'une même matière : l'eau.

Assez vite, chez les plus grands, est venue la question de savoir à quelle température la glace se transforme en eau. Cette question est propice à l'élaboration d'une expérience à concevoir.

À ce stade, notons que les enseignants partenaires qui ont testé cette activité ont été très surpris de constater à quel point les enfants, même en sixième primaire, étaient dans l'ignorance quant à cette question.

Voici le protocole élaboré collectivement.

Deux volumes identiques d'eau sont placés dans deux récipients identiques, mis au congélateur. On place, dans chacun de ces récipients, un thermomètre de manière à ce que celui-ci soit emprisonné par la glace.

Le lendemain, les récipients sont sortis du congélateur et la température est mesurée toutes les minutes jusqu'à la fonte complète des glaçons. À chaque mesure, les élèves relèvent également l'état physique dans lequel se trouve l'eau.



Jimmy

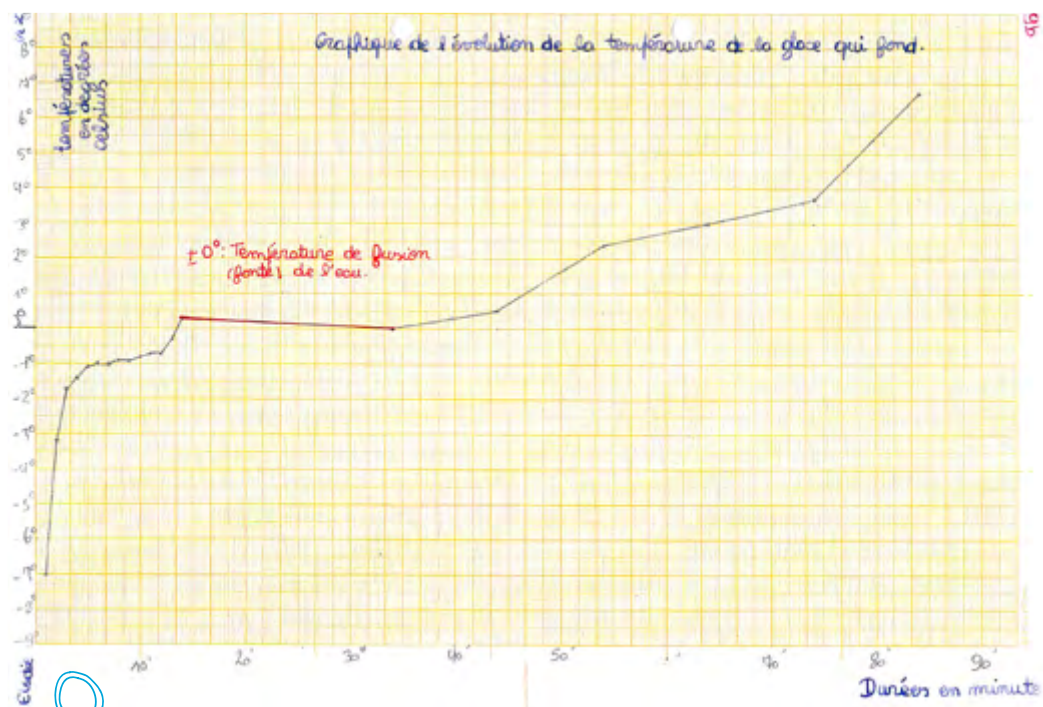
de 1.1.10

Mesure de la température de l'eau qui passe de l'état solide à l'état liq

Temps en min	Température	État de l'eau
0'	-5,5°C - 5,2°C	solide (glac)
1'	-4°C - 3,8°C	solide
2'	-2,4°C - 2,4°C	solide
3'	-1,9°C - 1,4°C	solide
4'	-1,2°C - 0,8°C	solide
5'	-1°C - 0,4°C	solide
6'	-0,9°C - 0,6°C	solide
7'	0,8°C - 0,6°C	solide
8'	0,8°C - 0,5°C	solide
9'	-0,4°C - 0,5°C	solide
10'	-0,4°C - 0,4°C	solide
11'	-0,4°C - 0,5°C	solide
12'	-0,4°C - 0,5°C	solide
13'	-0,6°C - 0,4°C	solide

Les résultats sont ensuite mis en graphique : la température relevée en fonction du temps.

En traçant le graphique, les enfants remarquent que la température augmente, puis se stabilise pendant un temps relativement long avant de réaugmenter. Le palier de température se situe aux alentours de 0°C . C'est à ce moment que l'on observe le changement d'état. Les enfants concluent donc que l'eau passe de l'état solide à l'état liquide à 0°C .



Pourquoi un palier dans l'évolution de la température ?

Dans un premier temps, l'énergie thermique de l'air entourant le glaçon fait augmenter la température du glaçon, jusqu'à atteindre 0°C . Ensuite, pendant toute la durée de la fonte du glaçon, l'énergie apportée sert au changement d'état (fusion). Une fois que tout le glaçon est fondu, l'énergie fournie fait à nouveau augmenter la température de l'eau.

COMMENT FAIRE UN GLAÇON ? - Expérience action

Outre l'aspect quantitatif : « À quelle température l'eau liquide devient-elle de la glace ? », le problème de l'obtention de glaçons a également été abordé sous un angle plus qualitatif, notamment chez les plus petits.

Comment obtenir des glaçons ? Voilà la question que les enfants se sont posée après avoir manipulé librement des glaçons, après être allés visiter une exposition de statues de glace ou encore après avoir écouté une enseignante raconter l'histoire de ce lapin qui est emprisonné dans la glace.



Face à cette question, les enfants tentent, par tâtonnements, de trouver le moyen d'obtenir de la glace à partir d'eau liquide : dehors, dans le frigo, dans le congélateur...

Après avoir attendu suffisamment longtemps, les enfants retournent aux endroits dans lesquels ils ont laissé de l'eau afin de voir si celle-ci s'est transformée en glace ou pas.



À QUELLE TEMPÉRATURE L'EAU DEVIENT-ELLE DE LA GLACE ? - Expérience à concevoir

Alors que le protocole permettant d'identifier la température de fusion de l'eau a été élaboré collectivement par les enfants avec peu de difficultés, la détermination expérimentale de la température de solidification en a posé beaucoup plus.

En effet, l'élaboration du protocole expérimental a suscité de nombreux débats. Ceux-ci se sont portés principalement sur la manière d'obtenir de la glace. Puisque beaucoup d'élèves ne connaissent pas cette température et puisque chaque élève a sa petite idée, le désaccord portait sur l'utilisation du frigo ou du congélateur : dans lequel de ces deux appareils placer l'eau pour obtenir de la glace ? Une fois le bon appareil déterminé, des contraintes techniques sont apparues : comment relever régulièrement les températures sans ouvrir sans cesse le congélateur ?

L'utilisation de thermomètres à sonde s'est révélée très utile !

La température a été relevée régulièrement et ces relevés ont été mis en graphique (température en fonction du temps). Ce dernier permet de visualiser facilement l'existence d'un palier se situant à 0°C. C'est à cette température que l'eau liquide se solidifie et devient de la glace.



L'EAU CHAUDE GÈLE-T-ELLE PLUS VITE QUE L'EAU FROIDE ? - Expérience à concevoir

Un matin, un élève entre en classe en disant : « J'ai entendu que l'eau chaude gélait plus vite que l'eau froide ! ». Cette situation étonnante a été l'occasion de tester cette affirmation en élaborant une expérience. Ils ont donc utilisé deux récipients identiques dans lesquels ils ont placé une même quantité d'eau à des températures différentes. La sonde d'un thermomètre a été placée dans chacun des deux pots et ceux-ci ont été placés au congélateur.

Les élèves ont ainsi pu suivre l'évolution de la température de chacun des deux échantillons d'eau. Il apparaît que même si la chute de température est plus rapide pour l'eau chaude (après 30 minutes, l'eau froide a perdu 20°C tandis que l'eau chaude a perdu 43°C), c'est tout de même l'eau froide qui se solidifie le plus vite !



Cependant, il est possible, dans des conditions très particulières, de faire geler plus vite de l'eau chaude que de l'eau froide. C'est ce que l'on appelle l'effet Mpemba. Le lecteur intéressé peut consulter la page suivante : http://fr.wikipedia.org/wiki/Effet_Mpemba

RANGER DIFFÉRENTS LIEUX EN FONCTION DE LEUR TEMPÉRATURE GRÂCE À DES GLAÇONS – Transfert

L'activité décrite ci-dessous a été mise en place lors d'une visite à la ferme.

Plusieurs glaçons ont été réalisés en plaçant un volume d'eau identique dans des récipients. Les récipients sont également identiques afin que les glaçons produits soient de la même forme et de la même taille. Un fil de fer a été plongé en partie dans chaque récipient pour permettre d'accrocher les glaçons.



Les enfants démoulent les glaçons et partent les suspendre à différents endroits de la ferme. Un récipient est placé sous chaque glaçon. Parallèlement, les enfants relèvent la température de chacun des lieux, à l'aide d'un thermomètre.



Après un temps déterminé, les enfants retournent dans chaque lieu et rassemblent les récipients de récupération de l'eau de fonte des glaçons. Le volume de l'eau présente dans chaque récipient est mesuré et les lieux (d'où viennent les récipients) sont rangés de celui où le récipient était le plus rempli à celui où il est le moins rempli.

Lorsque ce rangement est mis en parallèle avec celui obtenu à l'aide des températures mesurées, on constate que les deux coïncident !

Les enfants tirent donc la conclusion que la fonte d'un glaçon est influencée par la température du lieu dans lequel il est placé. Il est donc possible d'utiliser des glaçons qui fondent en guise de thermoscope.



POUR EN SAVOIR PLUS

MESURER OU REPÉRER ?

On entend souvent dire que le thermomètre permet de mesurer la température, mais si on veut être rigoureux, il faut parler de repérage et non de mesure.

Mesurer, c'est comparer à une grandeur choisie comme unité et arriver à un nombre qui est le résultat de la mesure. Dire que la longueur de la classe mesure 10 mètres, c'est choisir le mètre comme unité et reporter le mètre jusqu'à ce que j'aie parcouru la longueur de la classe. J'additionne les mètres mesurés jusqu'à atteindre la longueur de la classe : $1\text{m}+1\text{m}+1\text{m}$, etc. jusqu'à 10m . Tandis que pour la « mesure » de température, il n'y a pas de comparaison à un étalon naturel ou conventionnel.

Les **grandeurs mesurables** les plus connues sont la masse, la longueur, la surface, le volume, la contenance et la durée. Une grandeur est mesurable si on peut faire une addition. Ainsi, si la longueur d'un livre est de 20cm et que celle du plumier est de 15cm , je peux dire que la mesure du livre et du plumier réunis est de $20+15=35\text{cm}$. La température n'est pas une grandeur mesurable puisque si j'ajoute de l'eau à 10°C dans de l'eau à 50°C , je n'obtiens pas de l'eau à 60°C !

La température, à la différence des autres grandeurs citées ci-dessus, n'est pas une grandeur mesurable mais une **grandeur repérable**. On peut définir une relation d'ordre qui permet de comparer et d'ordonner les objets selon cette grandeur.

Le thermomètre qui est gradué, résulte d'un étalonnage, à partir de repères que l'on a choisis. Grâce à une échelle « universelle », on peut comparer des thermomètres entre eux.

Adapté de Marie-Christine Marilier

<http://www.uvp5.univ-paris5.fr/TFM/Ac/AffFicheT.asp?CleFiche=5001&Org=QUTH>

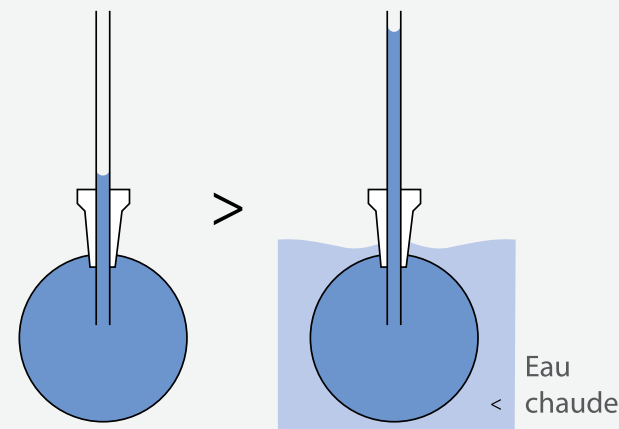
LA DILATATION

Le thermomètre est une application de la dilatation des corps. Lorsqu'on chauffe un solide, un liquide ou un gaz, la matière se dilate, elle occupe plus de place.

Un corps se compose de particules (atomes ou molécules) qui se déplacent les unes par rapport aux autres. Lorsque le corps est chauffé, l'agitation des molécules augmente.

« Pour s'agiter, il faut de la place : si vingt personnes arrivent tout juste à danser le tango dans une pièce, elles n'arriveront certainement pas à danser le rock ! De la même façon, si on chauffe un liquide ou un gaz, ses molécules ont besoin de plus de place. Le volume augmente : on dit que le corps se dilate ». (Maury, 1989)

Contrairement aux idées reçues, ce ne sont pas les molécules qui se dilatent, mais les espaces entre les molécules qui augmentent.



FONCTIONNEMENT DU THERMOMÈTRE

Le thermomètre à liquide

Le thermomètre est un réservoir surmonté d'un tube en verre contenant une certaine quantité de liquide. La plupart des thermomètres vendus pour un usage domestique contiennent de l'alcool coloré en bleu ou en rouge. Les anciens thermomètres contenaient du mercure, mais ce liquide est très toxique et l'utilisation de thermomètres à mercure est maintenant réservée à des secteurs professionnels bien spécifiques. Si on plonge un thermomètre dans un liquide chaud, les molécules de ce dernier, fort agitées, viennent frapper contre le verre du thermomètre dont les molécules s'agitent à leur tour (autant que les liaisons chimiques le permettent). Cette agitation gagne l'intérieur du verre, se communique au liquide contenu à l'intérieur qui s'échauffe. De la chaleur a quitté le liquide extérieur, a traversé le verre et est venue chauffer le liquide intérieur (alcool, par exemple). Ce déplacement de chaleur s'arrêtera quand tout sera à la même température. Le repère sur le thermomètre sera alors stable. En s'échauffant, l'alcool du thermomètre s'est dilaté. La seule manière qu'il a de prendre plus de place est de monter dans le tube. Il montera d'autant plus que la température sera plus élevée. Ainsi le thermomètre est un moyen de repérer la température. Il suffit de le graduer pour pouvoir s'en servir comme repère. Pour que le thermomètre ne prenne pas trop de chaleur au liquide dans lequel il est plongé, il faut que son réservoir ne soit pas trop volumineux.

Le thermomètre à aiguille

Le repérage de la température s'effectue via une aiguille devant un cadran gradué. À l'intérieur, on trouve une spirale dont une extrémité est fixée au boîtier et dont l'autre porte une aiguille. Quand la température varie, la spirale se déroule ou s'enroule, entraînant le déplacement de l'aiguille. Cette spirale est un bimétal, constitué de deux métaux différents, qui ont des coefficients de dilatation différents.

BRÈVE HISTOIRE DU THERMOMÈTRE

Les premiers thermoscopes

Les premiers thermomètres sont en réalité des thermoscopes. La paternité semble revenir à Galilée, en 1597, qui comprend que l'air se dilate quand il s'échauffe et qu'il se contracte quand il se refroidit. Sanctorius, médecin ami de Galilée, fut l'inventeur du premier instrument gradué sensible à la température. Son appareil possède seulement trois graduations : la température de l'air refroidi par la neige, la température de l'air réchauffé par la flamme d'une bougie et le point médian. L'inconvénient majeur de ces thermoscopes est leur sensibilité à la pression atmosphérique.

Les premiers thermomètres

Les premiers thermomètres à liquide enfermés dans un tube scellé, dont le fonctionnement repose sur la dilatation de l'alcool, voient le jour au milieu du XVIIe siècle sous l'impulsion du grand duc de Toscane à Florence. Le premier comportait 50 graduations. En hiver, il descendait à 7 degrés et montait en été à 40. Dans la glace fondante, il montait à 13 degrés.

Au cours du XVIIIe siècle, les échelles thermométriques vont se multiplier

En 1717, Fahrenheit remplace l'alcool par du mercure. Il invente l'échelle qui porte son nom et fixe à 32°F la température de fusion de la glace et à 212°F la température de l'eau bouillante. En 1730, Réaumur met au point un thermomètre à éthanol ; son échelle va de zéro (glace fondante) à 80 (eau bouillante). En 1742, Celsius impose une nouvelle échelle : 0 pour l'ébullition de l'eau et 100 pour la glace fondante. En 1745, l'échelle est inversée et en 1794, le « degré thermométrique est défini comme la centième partie de la distance entre le terme de la glace et celui de l'eau bouillante ». Actuellement, par convention, on dit que l'eau gèle à 0°C et bout à 100°C. Toutes ces échelles sont relatives, on aurait pu choisir n'importe quels autres nombres. Au XIXe siècle, une nouvelle échelle est apparue, permettant de rendre la température mesurable. Son unité est le kelvin (K).

Sources :

<http://files.meteofrance.com/files/education/temperature.pdf>

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Thermomètre>

Maury, JP (1989). La glace et la vapeur. Ophrys

DIFFÉRENTES ÉCHELLES DE TEMPÉRATURE ACTUELLES

Comme on vient de le voir, au fil du temps, les échelles de température ont beaucoup fluctué. À l'heure actuelle, 3 échelles demeurent.

L'échelle Celsius (du nom d'un physicien suédois), que nous connaissons bien, va de 0°C, pour la température de la glace fondante, à 100°C pour la température d'ébullition de l'eau. À noter que le symbole du degré Celsius est « °C », et non « ° » qui est réservé aux mesures d'angles en mathématiques.

L'échelle Fahrenheit (du nom d'un physicien allemand) est encore utilisée de nos jours aux États-Unis, à Belize et aux Îles Caïman. Le Canada l'accepte encore comme échelle

complémentaire, alors que les autres pays du Commonwealth l'ont peu à peu abandonnée dans la deuxième moitié du XXe siècle. Historiquement, le point de fusion de l'eau était de 32°F et son point d'ébullition de 212 degrés. Aujourd'hui, l'échelle Fahrenheit est liée à l'échelle Celsius par la relation : $T(^{\circ}\text{F}) = 1,8 T(^{\circ}\text{C}) + 32$

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Degré_Fahrenheit

Le kelvin (symbole K, du nom de Lord Kelvin) est l'unité du système international de température thermodynamique. Une variation de température de 1K est équivalente à une variation d'1°C. La différence avec le degré Celsius est que le kelvin est une mesure absolue de la température. Le zéro K est un zéro absolu qui correspond (en théorie) à la température la plus basse qu'une substance puisse atteindre. Au niveau microscopique, les molécules deviennent complètement figées. En pratique, on n'a jamais atteint le zéro absolu bien que l'on s'en rapproche... La température de 0 kelvin est égale à -273,15°C. Le kelvin n'étant pas une mesure relative, il n'est jamais précédé du mot « degré » ou du symbole « ° », contrairement aux degrés Celsius ou Fahrenheit.

Source : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Kelvin>

CHALEUR ET TEMPÉRATURE

La chaleur est une forme d'énergie, l'énergie thermique. Elle dépend non seulement de la température du corps mais également de sa masse et de sa nature.

Deux corps identiques, de masses différentes, à la même température ont donc une énergie thermique différente. Plus la masse est grande, plus l'énergie thermique est élevée.

Deux corps différents, en quantité (masse) égale, à la même température, ont donc une énergie thermique différente.

La température d'un corps dépend de l'agitation de ses atomes et de ses molécules. Seule la température absolue (K) est proportionnelle à cette agitation.

Les corps peuvent transmettre leur énergie thermique de différentes façons.

- **Par conduction** (chocs entre atomes et/ou molécules). On appelle conducteur thermique, un corps qui transmet rapidement l'énergie thermique. On appelle isolant thermique, un corps qui transmet lentement l'énergie thermique.
- **Par rayonnement**. Ce rayonnement est appelé rayonnement thermique. Il s'effectue sous forme de rayons ultraviolets ou infrarouges et se transmet également à travers le vide.
- **Par convection**. Elle est définie comme l'échange entre une surface et un fluide (un liquide ou un gaz) mobile à son contact ou par le déplacement de chaleur au sein d'un fluide d'un point à un autre. (<http://www-energie2.arch.ucl.ac.be/transfert%20de%20chaleur/3.2.htm>)

LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE POUR MENER À BIEN LES ACTIVITÉS

LE MATÉRIEL EN ITALIQUE SE TROUVE EN PRÊT À L'ASBL

LE THERMOMÈTRE

<i>Des thermomètres variés</i>	Une pièce de monnaie
<i>Des photos de thermomètres</i>	Une planche, deux clous et un marteau
<i>Des récipients divers (réservoirs)</i>	Une pince (pour tenir un objet chaud sans se brûler)
<i>Des pailles ou tubes en verre</i>	Une plaque chauffante
<i>De la pâte à modeler</i>	
<i>Du colorant alimentaire</i>	
<i>Un ballon jaugé</i>	

LE CHAUD ET LE FROID. COMMENT LES SÉPARER ?

Bouilloire électrique	Frigo
<i>Thermomètre électronique</i>	Congélateur
Maquette de maisons isolées de différentes manières	Vestes, vêtements chauds, couvertures
Petits pots type analyse d'urine	Glaçons
<i>Thermomètres à liquide</i>	

INTRODUIRE LE RELEVÉ DE TEMPÉRATURE AU COIN MÉTÉO

Des thermomètres à alcool

HISTOIRES D'EAU GIVRÉES

Frigo	Petits récipients
Congélateur	de différentes tailles (pour faire des glaçons)
Glaçons	Fil de fer
<i>Thermomètres à sonde</i>	Bouilloire électrique
<i>Thermomètres à liquide</i>	
<i>Thermomètres électroniques</i>	

PARTENAIRES ET RESSOURCES

Nous remercions les enseignants qui se sont associés à nous lors de la réflexion en début de projet, dans la conception des premières séquences d'activités et dans la mise en œuvre au sein des classes.

- Isabelle Farine de l'École communale d'Awan
- Olivier Jehaes de l'École Libre de Préalles-Bas
- Nathalie Dosquet et Christelle Moureau de l'École Libre de Fraipont
- Sabine Hofer de l'École Sainte-Thérèse d'Oneux
- Dominique Bollaerts de l'Institut Saint Joseph à Remouchamps

LES ÉCOLES ASSOCIÉES AU PROJET

Nous remercions les directions, les enseignants et les enfants pour leur accueil et leur collaboration.

- École communale d'Awan à Aywaille - 04/384.58.63
- École Libre de Fraipont - 087/26.84.29
- École Libre de Préalles-Bas à Herstal - 04/264.19.39
- Institut Saint Michel à Esneux - 04/380.30.07
- École Sainte-Thérèse d'Oneux (Theux) - 087/54.18.28
- École fondamentale libre du Sacré-Cœur à Gilly - 071/41.20.07
- Le Foyer Enseignement Secondaire Professionnel Spécialisé Libre à Roucourt - 069/77.99.00
- École communale de Cherain à Gouvy - 080/51.72.78
- École communale Marcel Thiry à Mehagne - 04/361.56.64
- École communale de Fairon à Hamoir - 086/38.85.40
- École communale de Donceel - 04/259.96.32
- École Decroly à Uccle - 02.375.26.96
- École maternelle Saint-Albin à Barry - 069/57.66.63

> PERSONNES RESSOURCES

Nous remercions tous les professionnels et personnes ressources qui ont accompagné les enfants lors de ce projet. Nous les remercions pour le temps qu'ils ont consacré aux enfants et pour leur précieuse collaboration.

Ferme pédagogique Schalembourg

Ferme Schalembourg Filles - Rue Ribatte, 14 - 4357 Haneffe

Monique : 0476/09.78.35

Caroline : 0472/76.02.14

Cécile : 0475/93.63.61

fermeschalembourg@skynet.be

Firme Testo : constructeur de thermomètres

www.testo.be

OUVRAGES DE RÉFÉRENCE

> OUVRAGES DE RÉFÉRENCE

- De Vecchi, G. & Giordan, A. (2002). *L'enseignement scientifique: comment faire pour que "ça marche"?*. Delagrave Pédagogie et formation
- Hartmann, M. (2005). *La physique est un jeu d'enfant*. Le Pommier
Le chapitre intitulé « Jouer avec la météorologie » propose des pistes intéressantes pour explorer ce thème à l'école fondamentale.
- Hecht E. (1999). *Physique*. De Boeck
- Maury J.-P. (1989). *La glace et la vapeur*. Ophrys
- Tavernier R. et al. (2004). *Les Guides du Maître, tome 2*. Bordas Pédagogie
Près de 50 pages sont consacrées au thermomètre, à son utilisation, à sa fabrication. Excellente référence qui fournit de nombreuses idées d'activité et attire l'attention de l'enseignant sur le matériel à utiliser et sur les obstacles possibles.
Ce livre est disponible chez Hypothèse.
- Thouin, M. (2001) *Notions de culture scientifique et technologique*. Multimondes
- Nouvelle encyclopédie autodidactique Quillet (1989), Tome 4, pp 82-106 : Chaleur

> LIVRES POUR ENFANTS

- Binsiski P. & Sanders A (2000). *Le froid et le chaud*, École des loisirs
- de Beer H. (2013). *Le voyage de plume*, Mijade
- Iwamura K. (2013). *Vive la neige !*, Mijade
- Lecaye O. (1999). *Le petit lapin de Noël*, École des loisirs
- Matter P. (2007). *Mini-Loup sur la banquise*, Hachette Jeunesse
- Naumann-Villemin C. (2002). *La princesse coquette*, Kaléidoscope
- Taruishi M. (2010) *J'ai chaud ...*, École des loisirs
- Zimmermann N. & Choux N. (2008) *La girafe qui voulait voir la banquise*, Nathan Jeunesse





AUTRES RESSOURCES PROPOSÉES PAR L' ASBL

Hypothèse met du matériel didactique à la disposition des enseignants.
N'hésitez pas à nous contacter si vous êtes intéressés !

Des fiches didactiques complémentaires à la démarche décrite dans la brochure se trouvent sur www.hypothese.be

Vous pouvez également télécharger cette brochure ainsi que les précédentes sur le site www.hypothese.be

