

SOMMAIRE

Sommaire	3
Introduction	5
Références aux socles de compétences	7
1. La classification scientifique des êtres vivants	9
1.1 Introduction	9
1.2 Description des activités.....	18
1.2.1 Activité 1 : décrire.....	19
1.2.2 Activité 2 : organiser	23
1.2.3 Activité 3 : classer des êtres vivants	28
1.3 Bibliographie commentée	38
1.4 Annexes	40
2. Chaleur et isolation thermique	43
2.1 Retour sur l'épreuve	43
2.2 Recul théorique pour l'enseignant	43
2.3 Les conceptions initiales des élèves	48
2.4 Quel niveau de compréhension des concepts de chaleur et d'isolation peut-on raisonnablement viser en 5 ^e année primaire ?.....	51
2.5 Activités	52
2.5.1 Chaleur – température	53
2.5.2 Les transferts de chaleur	59
2.5.3 L'isolation pour garder chaud.....	62
2.5.4 L'isolation pour garder froid.....	70
2.5.5 Prolongement possible : l'air comme isolant	72
2.6 Bibliographie.....	72
2.7 Annexes	73

Ce document de pistes didactiques a été élaboré par le groupe de travail chargé de la conception de l'évaluation externe de 5^e année primaire en Éveil – Initiation scientifique :

Nicolas BERTRAND, chargé de mission au Service général du Pilotage du Système éducatif ;

Pascale CATINUS, conseillère pédagogique ;

Jean-Paul DESCHOUWER, conseiller pédagogique ;

Éric GONDRY, inspecteur ;

Géraldine HÉLAS, enseignante ;

Lorena LAFRATTA, enseignante ;

Véronique LEDOUX, enseignante ;

Valérie LÉONARD, conseillère pédagogique ;

Jean-Pierre LESUISSE, inspecteur ;

Gilles LONGTON, enseignant ;

Etienne MAZAY, conseiller pédagogique ;

Cinderella PIERARD, enseignante ;

Valérie QUITTRE, chercheuse au Service d'Analyse des Systèmes et Pratiques d'enseignement de l'ULG ;

Françoise REUBRECHT, inspectrice ;

Annick SCHRAÛWEN, enseignante ;

Françoise WARGNIES, inspectrice ;

Anne WILMOT, conseillère pédagogique.

INTRODUCTION

Ce document fait suite aux résultats de l'évaluation externe en éveil scientifique administrée en octobre 2015 dans les classes de 5^e année primaire.

Les résultats de cette évaluation à visée diagnostique et formative sont détaillés dans le document « Résultats et commentaires » téléchargeable sur le site enseignement.be.

L'évaluation a montré que la plupart des élèves sont capables de mettre en jeu quelques savoir-faire et attitudes scientifiques pour autant qu'ils bénéficient d'un guidage très étroit. Lorsque le contexte est très proche du quotidien des élèves, lorsque la prise de recul attendue est réduite ou lorsque la question est posée sous forme de QCM, les résultats aux items sont généralement bons. Dès que la question requiert une certaine prise d'autonomie, lorsqu'il faut se détacher quelque peu du contexte de la question ou lorsque la réponse doit être construite, beaucoup d'élèves échouent. Un bilan similaire peut être fait à propos des savoirs interrogés : les élèves peuvent facilement rappeler des savoirs mais éprouvent des difficultés à les utiliser en contexte.

Le présent document s'inscrit dans une démarche d'apprentissage et prend racine dans les difficultés identifiées par l'épreuve. Pour faire des sciences il faut agir, mais l'action ne suffit pas pour apprendre. Faire des sciences, c'est apprendre à se questionner, à questionner le réel, à faire émerger ses représentations initiales, c'est mener une investigation (expérimentale notamment), prendre du recul par rapport à l'action et développer sa capacité réflexive, c'est confronter ses idées avec celles des autres élèves, ou encore construire des explications par le langage oral mais aussi par le langage écrit... Toutes ces facettes importantes de l'apprentissage des sciences sont explicitées dans les activités scientifiques proposées dans ce document.

Ces pistes sont organisées autour de deux thématiques :
la classification des animaux ;
la chaleur et l'isolation ;

Ces thématiques ne sont pas nécessairement innovantes car l'ambition de ces pistes est de vous aider à faire des sciences en plaçant l'élève au cœur de ses apprentissages et non de donner des idées d'activités inédites.

La première partie est consacrée à la classification des animaux. Très souvent dans les classes, à tous les niveaux d'enseignement, la classification animale est enseignée afin d'apprendre le nom des groupes ou d'identifier, de reconnaître un animal. Il s'agit là d'une confusion entre une clé de détermination et la classification scientifique. Afin de permettre aux enseignants de comprendre et d'enseigner la classification animale, nous commençons par expliquer les réels objectifs de la classification, à savoir comprendre la diversité des êtres vivants. Les enjeux de

l'apprentissage et de la construction de la compétence de classement scientifique sont également largement explicités. Ensuite, sont développées une série d'activités pour la classe : apprendre à décrire, à organiser, à classer scientifiquement des animaux et enfin à comprendre ce que la classification scientifique nous apporte. Proposées dans les pistes de 5^e année, il est toutefois essentiel d'envisager ces apprentissages dans la continuité. Les premières étapes doivent être travaillées dans les cycles inférieurs et certaines activités peuvent même être mises en place dès l'école maternelle, moyennant quelques adaptations.

La seconde partie du document présente des activités expérimentales autour du thème de la chaleur et de l'isolation. Dans une perspective de construction progressive des apprentissages, cette thématique a volontairement été développée à la fois dans les pistes de 3^e année et dans celles de 5^e année primaire. Certaines des expérimentations sont proches mais c'est l'exploitation qui diffère : en 5^e année primaire, un pas de plus est fait dans la construction des concepts et des démarches.

Les deux thématiques sont inscrites dans une perspective de continuité et de construction progressive des apprentissages. La plupart des savoirs abordés sont donc **des savoirs en construction**, avant mais aussi après la 5^e année ; **ils ne peuvent faire l'objet que d'évaluations formatives**.

Au-delà la construction de savoirs et de savoir-faire scientifiques, ces pistes didactiques sont aussi l'occasion de rappeler que l'enseignement des sciences peut intégrer le travail de savoir-faire et de savoirs en lien avec d'autres disciplines comme le français ou les mathématiques.

D'un point de vue pratique, plusieurs activités expérimentales nécessitent l'utilisation de thermomètres à immersion (mesure de la température d'un liquide). Il est important de permettre aux élèves de manipuler des thermomètres analogiques plutôt que des thermomètres digitaux afin de les entraîner à l'utilisation de cet instrument de mesure essentiel en sciences. Nous encourageons donc vivement les enseignants et les directions à équiper les classes de thermomètres analogiques à immersion. Vos fournisseurs en matériel scolaire habituels pourront vous en procurer (entre 5 et 10 € pièce) même si cet instrument est actuellement absent de la plupart des catalogues.

Enfin, nous l'avons dit, l'accent est mis sur les activités expérimentales principalement mises en œuvre par les élèves. **Il est primordial que l'enseignant essaie toutes les expériences avant** que les élèves les réalisent en classe. Le matériel doit toujours être testé, certains détails pouvant difficilement être anticipés et précisés dans un document.

RÉFÉRENCES AUX SOCLES DE COMPÉTENCES

Afin de faciliter la lecture du document, les différentes compétences abordées dans les activités développées seront regroupées dans le tableau ci-dessous.

		Chaleur et isolation	La classification
Rencontrer et appréhender une réalité complexe	Faire émerger l'énigme à résoudre	2.5.1 Chaleur – température (pages 53, 55, 56)	1.2.1 Observation des animaux (page 15)
	Identifier les indices et dégager des pistes de recherche propres à la situation	2.5.1 Chaleur – température (pages 56, 57) 2.5.2 Les transferts de chaleur (pages 59, 60) 2.5.3 L'isolation pour garder chaud (page 62)	1.2.1 Construction du lexique de description (page 22)
	Confronter les pistes perçues, préciser des critères de sélection des pistes et sélectionner selon ces pistes	2.5.1 Chaleur – température : confrontation des pistes perçues (page 56)	1.2.1 Confrontation des descriptions (page 22) 1.2.1 Dégager les critères importants (page 21) 1.2.2 Mettre de l'ordre dans une collection d'animaux (pages 24 à 27)
Investiguer des pistes de recherche	Récolter des informations par la recherche expérimentale, l'observation et la mesure	2.5.1 Chaleur – température Récolter des informations de la recherche expérimentale (temps /température) (pages 56 à 58) 2.5.2 Les transferts de chaleur Concevoir ou adapter une procédure expérimentale pour analyser la situation en regard avec l'énigme (page 60) 2.5.3 L'isolation pour garder chaud (page 66)	
	Récolter des informations par la recherche documentaire et la consultation de personnes ressources		1.2.1 Construction du lexique (page 22)

<p>Structurer les résultats, les communiquer, les valider, les synthétiser</p>	<p>Rassembler et organiser des informations sous une forme qui favorise la compréhension et la communication</p>	<p>2.5.1 Chaleur – température Noter les températures relevées en cours d'expérience (page 57) 2.5.3 L'isolation pour garder chaud Schématiser et élaborer une fiche synthèse (page 70) Rassembler des informations sous la forme d'un tableau et les communiquer à l'aide d'un graphique (page 69)</p>	<p>1.2.1 Fiche de description des animaux (page 42)</p> <p>1.2.3 Les différents classements (pages 33, 34)</p> <p>1.2.3 Les arbres de parenté (pages 35, 36)</p>
	<p>S'interroger à propos des résultats d'une recherche, élaborer une synthèse et construire de nouvelles connaissances</p>	<p>2.5.2 Les transferts de chaleur Elaborer une nouvelle synthèse : isolants et conducteurs thermiques (page 61) 2.5.3 L'isolation pour garder chaud Elaboration d'une synthèse (page 70) 2.5.4 L'isolation pour garder froid Réinvestir dans d'autres situations les connaissances acquises (page 71)</p>	<p>1.2.2 Organiser : élaborer une synthèse sur les classements et les ressemblances (page 27) 1.2.3 Classer : élaborer une synthèse suivant deux axes : les critères de classement et la méthode pour classer (page 37)</p>

1. LA CLASSIFICATION SCIENTIFIQUE DES ÊTRES VIVANTS

Les activités scientifiques décrites dans ce document ainsi que le recul théorique à destination des enseignants sont fondés et largement inspirés des ouvrages de G. Lecointre « Comprendre et enseigner la classification du vivant » et de B. Chanet & F. Lusignan « Classer les animaux au quotidien ». Ces deux ouvrages, extrêmement riches et utiles à l'enseignant, sont référencés dans la bibliographie à la page 38 de document.

1.1 INTRODUCTION

RECU L THÉORIQUE ESSENTIEL POUR LES ENSEIGNANTS

EN BREF...

La classification scientifique a pour but de comprendre la cause de la diversité des êtres vivants, c'est-à-dire retracer les mécanismes de l'évolution des espèces.

Suivant cet objectif, les êtres vivants sont uniquement classés sur la base d'attributs communs (ex. avoir quatre membres). Les regroupements opérés font donc état du degré de parenté afin de répondre à la question « Qui est le plus proche parent de qui ? ».

L'enseignement de la classification n'a pas pour objectif d'apprendre le nom des groupes ou de pouvoir retrouver le nom d'un animal, de l'identifier.

Enseigner la classification, c'est apprendre aux élèves à construire des groupes d'organismes qui « se ressemblent », sur la base de caractères, d'attributs communs. Le nom des groupes devient alors secondaire.

Enseigner la classification, c'est apprendre aux élèves à placer l'homme parmi les êtres vivants et non pas au sommet du monde animal.

Comprendre la classification des animaux installe les assises des apprentissages futurs relatifs à l'évolution.

Voici une cinquantaine d'années que la classification des êtres vivants a été revue et adoptée par la communauté scientifique. Pourtant, c'est l'ancienne classification des organismes qui reste le plus souvent enseignée dans nos classes, à tous les niveaux de l'enseignement obligatoire.

Comment expliquer cette situation ?

Tout d'abord, certains programmes et référentiels, bien qu'en évolution, gardent encore des stigmates plus ou moins importants de l'ancienne classification révolue.

Ensuite, une grande majorité d'enseignants en place a été formée à l'ancienne classification et, en toute logique, enseigne encore celle-ci (même parfois dans les Hautes Écoles pédagogiques). Enfin, même s'ils connaissent l'existence de la « nouvelle » classification, les enseignants ne perçoivent pas nécessairement l'importance d'abandonner une classification qu'ils ont intégrée dans leur enfance et qu'ils perçoivent comme pratique ou fonctionnelle. À juste titre, les enseignants se questionnent : la classification actuelle ne serait-elle pas une nouveauté sans fondement, un effet de mode, une révision inutile et sophistiquée ? Ne s'agit-il pas d'un envahissement injustifié d'un vocabulaire scientifique obscur dans la vie courante ?

Afin de comprendre l'importance d'abandonner définitivement l'ancienne classification au profit de la classification actuellement reconnue, il faut avant tout comprendre le but d'un classement scientifique.

Pourquoi cherche-t-on à classer les êtres vivants ?

D'une manière générale, classer est une procédure de mise en ordre ; en sciences, classer c'est mettre en ordre afin de comprendre. En biologie, classer a pour objectif d'éclairer les scientifiques sur la cause de la diversité du vivant mais aussi de son unicité (ressemblance entre certains organismes ou certaines structures de ceux-ci). Les organismes sont ainsi regroupés sur la base de caractères (attributs) communs, sur ce qu'ils partagent. Les regroupements opérés dans une classification dite phylogénétique font donc état de leur degré de parenté et la classification permet ainsi de comprendre la transformation évolutive des espèces.

Un **classement** doit être différencié d'un **tri**. Trier revient à faire deux groupes d'organismes : « *ceux qui ont...* » et « *ceux qui n'ont pas...* » un caractère donné. Regrouper des organismes sur la base de ce qu'ils ne possèdent pas ne rencontre pas l'objectif des scientifiques. En effet, un tel regroupement ne caractérise en rien les organismes du groupe et ne saurait témoigner de leurs origines. Un des problèmes essentiels de l'ancienne classification est qu'elle combine à la fois des critères de classement et des critères de tri.

Un peu d'histoire pour comprendre notre héritage...

Depuis plusieurs siècles, la compréhension de la diversité du vivant motive les scientifiques, et les réponses qu'ils y apportent ont changé au cours du temps. La classification a donc elle aussi changé et est d'ailleurs encore susceptible d'évoluer.

Au 18^e siècle (époque de Linné), science et théologie sont fortement liées. Les espèces ont été créées par Dieu une fois pour toutes et elles n'évoluent pas. Les théories scientifiques reflètent l'ordre divin au sommet duquel se trouve l'homme. La classification de Linné a donc été construite en comparaison avec l'homme. C'est ainsi qu'ont été constitués les groupes des « vertébrés » qui ont des vertèbres

comme l'homme, et des « invertébrés » qui n'ont pas de vertèbres contrairement à l'homme. La classification était donc organisée en couches concentriques au centre desquelles se trouvait l'homme. Au fur et à mesure qu'on s'éloignait du centre, les êtres vivants avaient de moins en moins de caractéristiques communes avec l'homme. La classification de Linné reflète une vision fixiste du monde, centrée sur l'homme.

Mais une idée fait son chemin parmi les philosophes et les scientifiques de l'époque : les espèces ne seraient pas immuables. Lamarck et ensuite Darwin défendent alors une vision transformiste du monde. Pour Darwin (19^e siècle), les espèces se transforment par des mutations dues au hasard et lèguent leurs caractères héréditaires à leur descendance¹. Au cours du temps sont donc légués des caractères « anciens », c'est-à-dire non modifiés, et des caractères « nouveaux » c'est-à-dire transformés. En conséquence, un caractère trouvé à l'état identique chez plusieurs espèces actuelles aura probablement été transmis par un ancêtre commun, à la suite d'une transformation, une innovation évolutive. Darwin soutient que la classification devrait refléter le plus fidèlement possible l'évolution biologique et que les regroupements devraient se faire sur la seule présence d'attributs identiques. Seraient alors regroupés des organismes qui ont un ancêtre exclusif en commun, celui qui, le premier, a transmis l'innovation évolutive à sa descendance.

Pour diverses raisons, les recommandations de Darwin n'ont pas été entièrement suivies et les classifications qui ont succédé à la classification fixiste de Linné ont mélangé des critères de parenté (phylogénétiques) et des restes de critères centrés sur l'homme, c'est-à-dire l'existence de groupes dépourvus de signification phylogénétique. C'est le cas de la classification que nous avons tous (ou presque tous) apprise tout au long de notre scolarité.

Pourquoi cette ancienne classification peut-elle sembler plus accessible aux yeux d'enseignants ?

L'ancienne classification peut sembler pratique.

Beaucoup d'enseignants abordent la classification avec pour objectif que les élèves apprennent les noms des grands groupes et leurs caractéristiques afin d'être en mesure de reconnaître ou d'identifier un animal ou une plante. Il s'agit d'une démarche d'identification sans l'objectif d'appréhender le degré de parenté et de répondre à la question « qui est le plus proche parent de qui ? ». Le focus est alors mis sur la mémorisation des noms des groupes et non sur le partage d'attributs communs. Dès lors, les incohérences et la juxtaposition de critères de tri et de classement n'apparaissent pas problématiques aux yeux des enseignants.

¹ La théorie de l'évolution de Darwin reste le cadre théorique en vigueur de nos jours.

Les tris sont toutefois très utiles en sciences. Une clé de détermination, telle que celle de canards proposée dans l'épreuve (item 52), est une suite de tris. Il s'agit d'un arbre décisionnel qui, par succession de critères binaires « a »/« n'a pas », permet d'identifier un organisme (le canard siffleur dans le cas de l'épreuve). Une clé de détermination a pour but d'être pratique mais elle n'apporte aucune information sur les degrés de parenté.

Ainsi, l'enseignant dont l'objectif est d'identifier un animal (ou un groupe d'animaux) utilisera une clé de détermination et non l'arbre phylogénétique.

La confusion entre tri et classement est perceptible dans les programmes et référentiels.

La nouvelle classification peut apparaître comme déroutante ou trop compliquée.

Dans la classification phylogénétique, beaucoup de groupes identifiés auparavant ont été conservés (ex. vertébrés, mammifères, oiseaux...) mais plusieurs de nos anciens groupes ont disparu en tant que groupes. Il s'agit soit de groupes qui étaient définis négativement, « n'ont pas » (ex. invertébrés), soit de groupes hétérogènes rassemblant des espèces non-apparentées (ex. reptiles).

Les progrès technologiques ont permis de mettre en évidence des caractères jusque-là invisibles. Certains groupes précédemment constitués ont donc dû être scindés : c'est le cas des « poissons » qui forment maintenant deux groupes distincts (squelette osseux et squelette cartilagineux) en fonction de leurs ancêtres relativement éloignés ; c'est le cas des « reptiles » qui ne constituent pas non plus un groupe phylogénétiquement homogène.

Cette « disparition » est assez déroutante : « *Les poissons n'existent plus, c'est à n'y rien comprendre !* ». Toutefois, pour les élèves qui ne partagent pas nécessairement nos représentations mentales, la situation est certainement beaucoup plus simple. D'autres adultes et enseignants argueront qu'ils ne sont pas prêts à abandonner des termes par ailleurs très utiles, et à juste titre ! « *Ce que je mange ce soir, c'est quand même un poisson, je ne vois pas pourquoi changer les noms.* » Et en effet, il n'y a aucune raison de changer le vocabulaire culinaire. Différentes classifications coexistent et répondent à des objectifs différents, utiles dans des contextes différents. En cuisine, le poisson est un animal vivant dans l'eau. En biologie, ce groupe n'a pas de cohérence phylogénétique. C'est exactement la même chose pour le groupe des « fruits de mer » qui a une signification dans le registre culinaire mais qui n'est pas un ensemble cohérent dans la classification du vivant. Prenons encore le cas des volailles qui, en cuisine, rassemblent poule, poulet, faisan... et lapin, groupe que nous n'imaginerions même pas former en sciences ! Il n'est donc pas

question de transférer le vocabulaire scientifique dans tous les secteurs de l'activité humaine.

L'ancienne classification peut sembler plus accessible aux élèves.

Certains avancent des raisons de simplicité pour enseigner l'ancienne classification chez les plus jeunes élèves. Ainsi, nous savons aujourd'hui qu'un oiseau et un crocodile sont plus proches parents qu'un crocodile et un lézard. Il serait plus simple de continuer à enseigner le groupe des « reptiles » chez les jeunes élèves parce qu'un crocodile apparaît plus ressemblant d'un lézard que d'un oiseau. Et on envisagerait les choses plus compliquées plus tard... Cette attitude dénoterait un renoncement total à l'enseignement des sciences en vue de comprendre le monde qui nous entoure. Parce que l'apparence nous montre le Soleil tournant autour de la Terre, serions-nous prêts à enseigner cela à nos jeunes élèves et rectifier le tir plus tard ?

Le vocabulaire utilisé dans la classification phylogénétique apparaît difficile.

Dans la perspective de construire progressivement la compréhension des degrés de parenté entre les espèces, il est d'abord important d'apprendre à reconstruire les groupes par l'observation des caractères. Une moindre importance est alors accordée aux noms de ces groupes. Il ne s'agit donc plus d'apprendre de mémoire les caractères et les noms donnés aux groupes.

Les enjeux de l'enseignement de la classification phylogénétique

Enseigner la « nouvelle » classification phylogénétique est important pour apprendre aux enfants à placer l'homme parmi les êtres vivants et non pas au sommet d'un arbre évolutif, en être supérieur. On déconstruit dès lors une vision anthropocentriste parfois déjà bien installée chez de très jeunes enfants. Cela peut contribuer à apprendre à respecter la nature (tous les êtres vivants) et l'environnement ainsi qu'à comprendre la diversité biologique et l'importance de la protéger.

Comprendre la classification phylogénétique installe les assises des apprentissages futurs relatifs à l'évolution. L'évolution des espèces prend tout son sens quand on a préalablement compris la façon dont les scientifiques classent les êtres vivants, en fonction des caractères évolutifs et des liens de parenté.

Pour classer des êtres vivants, il faut apprendre à comparer leurs caractères. Cela nécessite d'apprendre d'abord à observer et à nommer ces caractères et non à effectuer des regroupements sur la base de dénominations arbitraires non fondées

sur l'observation. Cela permet de lutter contre l'essentialisme² souvent exprimé par les enfants, et parfois par les adultes.

I : Pourquoi regroupes-tu ces trois animaux ?
E : Parce que c'est des insectes. [*essentialisme*]
I : Qu'observes-tu comme caractères communs qui te permettent de les mettre dans un même groupe ?
E : Ils ont tous 6 pattes.
I : Donc, c'est parce qu'ils ont tous 6 pattes que tu peux former un groupe. Et tu sais que ce groupe s'appelle le groupe des insectes, mais on aurait pu l'appeler autrement.

Un classement est fonction du but poursuivi. Par exemple, un jardinier pourrait décider de classer les animaux selon leur nuisance pour son potager (rongeurs, fouisseurs, nuisibles...); de même, dans une grande surface, les animaux et les végétaux ne sont pas classés de manière scientifique, mais selon le mode de consommation ou la couleur de la viande ou encore la place dans la pyramide alimentaire... Plusieurs classifications peuvent donc coexister dans la vie de l'enfant, mais c'est la situation qui va permettre de choisir celle qui convient. Au cours de sciences, c'est la classification phylogénétique qui est la plus apte à montrer l'évolution et les liens de parenté des espèces. Il n'est donc pas question d'opposer les classifications ou de les hiérarchiser. L'important est d'apprendre à utiliser celle qui, dans un contexte donné, est la plus apte à rencontrer l'objectif poursuivi.

La classification phylogénétique procède par emboitements successifs et donc fait intervenir le concept d'inclusion. C'est l'occasion de travailler en contexte cette notion mathématique qui n'est pas nécessairement maîtrisée par tous les élèves.

Les grandes lignes de la classification phylogénétique des animaux

Dans la classification phylogénétique des animaux, les scientifiques distinguent les six grands groupes principaux suivants³ : les annélides (ex. ver de terre), les cnidaires (ex. méduse), les échinodermes (ex. oursin), les mollusques (ex. escargot), les arthropodes (ex. mouche -insecte-, araignée -arachnide) et les vertébrés. Au sein des vertébrés, on reconnaît les vertébrés cartilagineux (ex. requin, raie), les vertébrés à nageoires rayonnées (ex. carpe) et les tétrapodes au sein desquels on trouve les oiseaux, les crocodiliens, les mammifères, les chéloniens (ex. tortue), les squamates (ex. lézard) et les amphibiens (ex. grenouille).

² En biologie, l'essentialisme est un mode de pensée typologique, où les êtres vivants sont exclusivement définis par leur essence.

³ Au primaire, les approches de la classification doivent se limiter à des collections d'animaux qui appartiennent aux groupes des mollusques, des arthropodes et des vertébrés. Il faut éviter d'inclure les annélides, les cnidaires et les échinodermes.

Une représentation simplifiée de la classification phylogénétique est donnée par Guillaume Lecointre dans l'ouvrage « Comprendre et enseigner la classification du vivant »⁴.

Cette classification est uniquement à destination des enseignants. Elle n'est en aucun cas à soumettre tel quel à des élèves de 5^e année primaire et encore moins à faire mémoriser.

EN PRATIQUE, LES OBJECTIFS EN 5^e ANNÉE PRIMAIRE

On n'apprend pas la classification aux élèves, on leur apprend à classer !

Ranger les êtres vivants dans des groupes à mémoriser n'est pas une fin en soi, c'est la notion d'évolution qu'il s'agit de construire en initiant, dès l'école primaire, les élèves à la démarche scientifique de classification. En effet, la classification scientifique a pour objectif de comprendre la cause de la diversité des êtres vivants, c'est-à-dire retracer et comprendre les mécanismes de l'évolution des espèces.

Les activités proposées dans ces pistes permettent de développer des compétences de classement et d'en comprendre les fondements. Il n'est pas question en 5^e année primaire d'enseigner les notions d'évolution mais bien d'en installer les bases pour les apprentissages futurs.

Afin d'atteindre cet objectif, et avant d'apprendre à classer de manière scientifique, les élèves doivent apprendre à observer et à décrire, ils doivent également apprendre à organiser des collections et à repérer les organisations efficaces pour étudier les ressemblances.

Étape 1 : observer, représenter, décrire

Comment observe-t-on ? Comment représenter ce qu'on observe ? Représenter permet de mieux observer, incite à affiner son observation. À l'inverse, observer est nécessaire pour représenter « scientifiquement » et quitter le dessin empreint d'affectivité.

*A-t-il des yeux ? Une bouche ? Où est-elle ? Combien de pattes ?...
Comment vais-je le dessiner : du haut, de profil... ? Qu'est-ce que je dessine ? Qu'est-ce que je ne dessine pas ?*

⁴ Lecointre, G. (2008). Comprendre et enseigner la classification du vivant. Seconde édition. p. 74. Paris : Éditions Belin.

Comment décrire ce qu'on observe ? Quels mots met-on sur ce qu'on observe ? Les élèves construisent et apprennent le lexique pour nommer les caractères qui permettront de regrouper les êtres vivants. Ils n'apprennent pas uniquement le vocabulaire mais d'abord le concept qui s'y rattache : le vocabulaire prend sens.

Qu'appelle-t-on aile, membre, squelette (interne et externe), antenne, tentacule, coquille... ? Si ce vocabulaire est connu des élèves, le concept reste souvent à construire ou à préciser.

Observer, représenter, décrire sont des savoir-faire scientifiques qui ne s'apprennent pas pour eux-mêmes et encore moins en une seule activité. Ils doivent être travaillés tout au long de la scolarité. Chaque fois qu'on découvre un animal, un élevage de papillons ou d'escargots, une maison à insectes dans le jardin de l'école, un projet sur la protection des rapaces, une visite à la ferme... c'est l'occasion d'observer des animaux, d'apprendre à les dessiner, de les décrire, de repérer leurs attributs et de construire le lexique en contexte. On peut ainsi compléter une fiche d'identité (dont le modèle serait commun à plusieurs cycles). Fiches et lexique suivent l'élève tout au long de sa scolarité et se complexifient. Le lexique peut prendre la forme d'un imagier à l'école maternelle et au premier cycle primaire pour s'enrichir de courtes définitions par la suite. Ces deux référents seront alors très utiles lorsqu'il s'agira de classer les animaux.

Par cette approche, on place l'élève dans la démarche effectivement suivie par les scientifiques : aller de l'observation des organismes vers leur classification en groupes qui présentent des ressemblances et non la démarche inverse d'utilisation de la classification pour nommer ou décrire. Ce n'est pas parce qu'il est « mammifère » que le chat a des mamelles, mais c'est parce qu'il a des mamelles et des poils que le chat peut être classé et nommé « mammifère ». La démarche scientifique permet ainsi également de déconstruire des conceptions marquées d'essentialisme.

Si vos élèves ont très peu vécu de situations d'observation et de description au cours de leur scolarité, il est essentiel d'envisager ce type d'activité avant de prévoir une séquence de classification scientifique. Faire l'impasse sur cette étape pour se limiter à l'activité de classement scientifique serait, vous l'aurez compris, mettre « un emplâtre sur une jambe de bois ».

Étape 2 : organiser

Développer chez l'élève des outils pour organiser la pensée est un des objectifs transversaux de l'école primaire. Ces outils permettent d'accéder à l'abstraction et à la conceptualisation.

Le processus d'organisation d'éléments peut prendre la forme d'un tri, d'un rangement ordonné ou encore d'un classement. Chacune de ces trois procédures a ses objectifs propres qui ne se limitent aucunement au domaine scientifique.

Trier, c'est discriminer en effectuant un choix éliminatoire. À partir d'un critère donné, c'est oui ou c'est non, il a ou il n'a pas. Par discriminations successives, le tri correspond à une démarche de détermination qui a pour objectif d'identifier ou de reconnaître une espèce déjà identifiée afin de retrouver son nom.

En sciences, les clés de détermination sont organisées par tris successifs.⁵

Ordonner, ou **ranger**, c'est introduire une notion d'ordre au sein d'une collection d'éléments selon un critère continu.

Exemples : ordonner par taille, du plus fort au plus faible, par âge...

En sciences, on ordonne par exemple les étapes de la croissance ou du développement d'un organisme afin d'en comprendre le processus. On peut également ordonner afin de comparer des performances.

Classer, c'est décrire des relations entre les objets, c'est grouper des éléments qui ont une caractéristique ou une propriété commune. Ainsi, les membres du groupe partagent tous cette caractéristique tandis qu'aucun élément extérieur au groupe ne la possède. Les êtres vivants peuvent être regroupés sur la base de caractéristiques communes différentes : le lieu de vie, le régime alimentaire, les caractères morphologiques ou anatomiques... conduisant à des classements différents, utiles pour des projets différents. En écologie par exemple, le classement en « phytophage », « zoophage », « omnivore » prend du sens afin d'étudier les relations alimentaires au sein d'un milieu.

⁵ Les clés de détermination sont souvent utilisées en primaire afin d'identifier des arbres ou des végétaux. Nous encourageons bien sûr cette démarche qui ne s'oppose pas à l'apprentissage des classements mais répond bien à des objectifs différents. Par ailleurs, nous déconseillons d'apprendre à classer des végétaux à l'école primaire car les attributs de ceux-ci sont particulièrement complexes.

En sciences, la classification scientifique du vivant a pour projet de comprendre les relations de parenté entre les êtres vivants, dès lors ce sont les critères morphologiques et anatomiques qui sont utilisés pour classer les organismes.

L'organisation et le classement font aussi partie des apprentissages mathématiques, dès le premier cycle de l'enseignement primaire (et même à l'école maternelle) : classer et ordonner des nombres, créer des familles de nombres, comparer des solides et des figures, les différencier, les organiser selon un critère... Le cours de sciences est une occasion importante de travailler les concepts de classement en contexte, avant de mettre en place une activité de classement scientifique proprement dite.

Étape 3 : approcher la classification scientifique

Nous l'avons dit et redit, le projet de classification scientifique du vivant est d'éclairer les causes de la diversité du monde vivant et donc leur évolution passée. Suivant cet objectif, les êtres vivants sont ainsi classés sur la base de ce qu'ils ont en commun afin de répondre à la question « Qui ressemble le plus à qui ? » ou, un pas plus loin, « Qui est le plus proche cousin de qui ? ».

Pratiquement, en 5^e année primaire, l'objectif est d'apprendre à constituer des groupes emboîtés construits sur le partage d'attributs et ensuite d'en dégager une information sur le degré de parenté entre les organismes : les organismes appartenant à un même groupe sont plus proches « cousins » que ceux d'un autre groupe.

1.2 DESCRIPTION DES ACTIVITÉS

Trois activités visant les objectifs des trois étapes explicitées ci-avant sont présentées dans cette section. Les activités 1 et 2 visant à développer des savoir-faire préalables à la classification sont à envisager à différents moments de la scolarité. Elles peuvent toutefois être renouvelées en 5^e année primaire. Elles ne seront ici que décrites brièvement, en termes de « pistes ». Seule la troisième activité est proposée et décrite dans son intégralité.

Les activités alternent phases d'investigation par les élèves, phases de production d'écrits et phases d'échanges et de confrontations des idées en collectif. La circulation entre ces moments est essentielle afin de construire ensemble des significations. « Le débat scientifique est le produit d'une activité sociale qui inclut des moments de débat, nécessaires à la construction de preuves en partant de la confrontation des points de vue. » (Schneeberger & Vérin, 2009).

1.2.1 ACTIVITÉ 1 : DÉCRIRE

Objectifs

Découvrir un ou plusieurs animaux rencontrés.

Apprendre à observer pour représenter et pour décrire.

Construire un lexique anatomique permettant de nommer des éléments de la morphologie ou l'anatomie des êtres vivants.

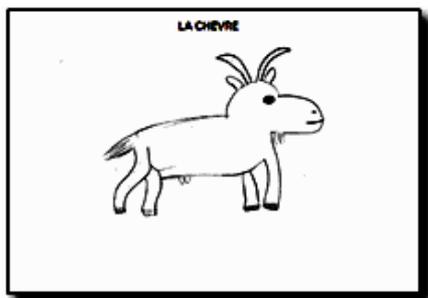
Apprendre à faire la différence entre ce qu'un animal est, ce qu'il fait, ce qu'il a... en élaborant une fiche d'identité.

Différentes **situations de départ** peuvent constituer un contexte idéal pour travailler les savoir-faire d'observation, de représentation et de description. Il peut s'agir d'une sortie dans la nature pendant laquelle les élèves récoltent des petits animaux⁶, d'une excursion dans un parc animalier, d'une classe de dépaysement, d'un petit élevage réalisé en classe, d'une mare dans le jardin de l'école... Les enfants « étudient » une ou plusieurs espèces d'animaux, ils les observent dans leur milieu naturel ou en classe, ils se posent de nombreuses questions et construisent des connaissances à leur sujet, ils préparent une exposition... C'est seulement dans un contexte proche du réel, avec un projet concret, que les savoir-faire visés peuvent être travaillés.

De l'observation à la représentation

Demander aux élèves d'observer et de dessiner un animal. Suivant la situation, les élèves pourront observer directement l'animal (à l'aide de loupes par exemple) ou l'observation se fera d'après des photos prises par les élèves si les animaux ont été rencontrés dans un contexte où dessiner n'était pas possible.

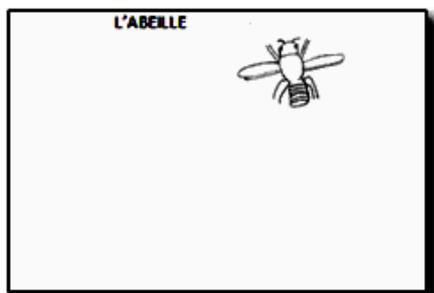
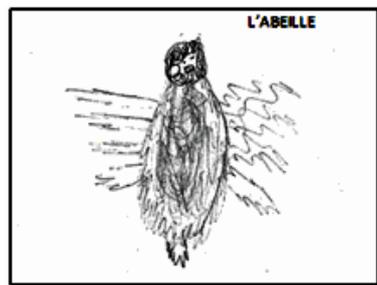
Il est conseillé de faire réaliser les dessins d'observation individuellement, cette tâche étant difficile à effectuer en groupe.



enter les attributs caractéristiques de l'animal.

⁶ Lors de cette récolte, les enfants devront prendre des précautions quant au respect de l'animal et veiller, dans le cas des plus petites espèces récoltées, à les mettre dans des conditions confortables pour la durée de l'observation. Les animaux seront remis dans leur milieu d'origine en fin d'activité.

Cet élève a sans doute poursuivi un objectif plus esthétique.



Celui-ci n'a utilisé qu'un coin de feuille, peut-être parce que l'animal qu'il dessinait était lui-même de petite taille.

Au départ des dessins, il convient d'engager une **discussion en grand groupe** dont l'objectif est de dégager quelques caractéristiques d'un « bon » dessin d'observation. Les dessins pourraient être échangés afin que les élèves portent un regard critique constructif sur un autre dessin que le leur.

Questions-guides pour l'enseignant

- *Qu'est-ce qui fait que l'on peut reconnaître l'animal ?*

E : C'est bien dessiné.
I : Qu'est-ce que cela veut dire pour toi « bien dessiné » ?
E : On le reconnaît bien.
I : Qu'est-ce qu'on reconnaît bien ?
E : On voit bien tout. On voit qu'il lui ressemble.
E : On voit bien les cornes et aussi la barbichette.
...

- *Qu'est-ce qui aurait pu rendre le dessin que vous avez sous les yeux plus efficace, meilleur pour reconnaître l'animal ?*

E1 : Il aurait dû être dessiné plus grand, on ne voit pas bien.
E2 : Oui, mais c'est petit une mouche.
E3 : Mais ça n'a pas d'importance, pour la reconnaître il faut la faire grande.
I : Pensez-vous qu'il faut utiliser toute la page même si c'est un petit animal ?
E4 : Oui et on pourrait écrire en-dessous qu'en fait c'est petit.
I : Oui, on pourrait indiquer la taille réelle.
E1 : Si on dessine la vache, on ne va pas la faire aussi grande qu'en vrai.
...

L'enseignant peut ensuite introduire la notion de dessin d'observation : comparer un dessin d'observation (issu d'un livre documentaire par exemple) et un dessin de

littérature jeunesse ou d'un livre de coloriage, marqué d'anthropomorphisme. Lorsqu'on dessine un animal, on peut avoir des projets différents. En sciences, on essaie de décrire, de comprendre la réalité ; dans une BD, on raconte une histoire, on peut inventer....

Formalisation des nouveaux apprentissages

Cette discussion débouchera sur **l'élaboration d'un écrit de synthèse collectif**, une liste de caractéristiques d'un bon dessin d'observation, savoir-faire important en sciences. La liste établie devra rester au plus proche des élèves. Il serait dommage d'y introduire des éléments que les élèves n'auraient pas relevés par eux-mêmes et d'ainsi court-circuiter le travail de construction de sens.

➤ *Voici un exemple de liste établie par des élèves :*

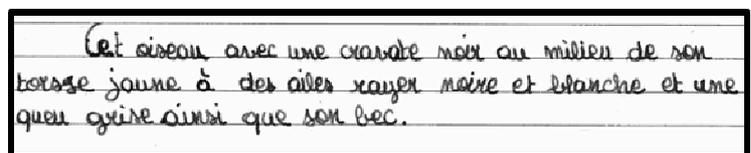
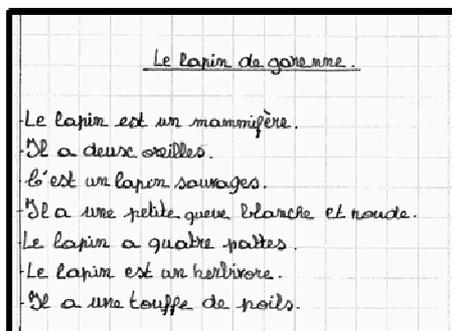
Pour faire un dessin d'observation en sciences :

- Je prépare mon matériel : crayon taillé, gomme propre, règle...
- Je regarde avec attention ce que j'ai devant moi.
- Je me demande ce que je dois dessiner et ce qui n'est pas important.
- Je réfléchis à la façon d'utiliser ma feuille de papier.
- Je fais des traits nets, sans trop appuyer sur mon crayon.
- Je respecte les formes et les proportions.
- Je donne une légende et un titre.
- J'indique si mon dessin est plus grand ou plus petit que la réalité.

Source : pedagogie.ac-toulouse.fr/ia81sciences/FILES/.../dessin-observation.pdf

De l'observation à la description

Toujours en contexte, les élèves décrivent par écrit l'animal observé. Cette tâche peut être réalisée individuellement ou en équipes.



Ces descriptions ont été réalisées à la suite du dessin d'observation. On constate que la description est principalement axée sur l'observation, sur les attributs et très peu sur ce que l'enfant sait ou croit savoir à propos de l'animal (« le lapin est un mammifère »). Le dessin préalable a orienté la description sur les attributs.

En groupe-classe, en confrontant les descriptions, on peut se rendre compte que l'on utilise différents types d'informations : certaines descriptions sont proches de l'observation et l'enfant décrit l'animal en fonction de « ce qu'il a », d'autres décrivent « ce qu'il fait », « où il vit ». Beaucoup de descriptions feront sans doute mention d'informations de plusieurs types.

Une **fiche d'observation** pourra être construite ou complétée⁷, permettant de consigner avec une certaine rigueur les observations faites et de distinguer les types d'informations recueillies. Cette fiche d'observation est à la fois une trace de la recherche et un outil de réflexion pour faire émerger les comparaisons entre animaux (prémices de la classification). Dans l'optique d'installer les jalons menant à la classification scientifique, nous conseillons de privilégier un même canevas de fiches tout au long de la scolarité primaire (canevas qui sera toutefois simplifié pour les plus jeunes).

Décrire un animal, c'est donc décrire ses attributs. Cette activité fait appel à un **lexique de description** qu'il convient également de construire peu à peu, en contexte, avec les élèves.

Très vite, en discutant et en comparant les descriptions, on se rend compte qu'il y a des désaccords entre élèves pour certains attributs (« L'escargot a des antennes. » « Non, je crois que c'est des cornes. ») ou que des concepts que les élèves pensaient maîtriser sont finalement assez confus (« La vache n'a pas de mamelles, elle a un pis. » « Mais c'est la même chose. » « Ben non, mon chat a des mamelles mais ce n'est pas gros comme chez la vache. » « Ma jument, c'est tout petit, on dit aussi des mamelles ? » « Et l'homme alors ? »). Certains attributs que l'on nomme pareillement dans le langage courant correspondent à des structures différentes, c'est le cas des ailes du moineau et de la mouche. D'autres termes sont encore à construire : qu'est-ce qu'un membre ? Que sont des élytres ? Enfin, des questions se posent : est-ce qu'une coccinelle a un squelette ?... Ces moments d'échanges sont des moments importants de **recueil et de confrontation des conceptions initiales des élèves**. Il est important que l'enseignant tente de s'en saisir pour que l'élève s'explique, entende que d'autres ont des avis différents ; on se questionne et on peut remettre en cause ce que l'on pensait.

⁷ Voir exemple donné en annexe 3.

La nécessité de constituer un lexique pour la classe se fait donc rapidement sentir. Ce lexique sera fonction des attributs listés pour les espèces rencontrées et devra répondre aux interrogations des élèves (que l'enseignant peut néanmoins susciter).

Un premier lexique peut prendre la forme d'un imagier⁸ qui sera au fil du temps complété d'une petite définition. À chaque nouvelle découverte, ce lexique peut être étoffé.

Formalisation des nouveaux apprentissages

Le lexique et les fiches d'observation par groupes seront validés grâce à des recherches documentaires et marqueront un premier niveau de formalisation des nouvelles connaissances.

1.2.2 ACTIVITÉ 2 : ORGANISER

Objectifs

Organiser une collection d'organismes

Rechercher les éléments communs

Au risque de se répéter, l'apprentissage de l'organisation n'est pas réservé au domaine scientifique ; l'organisation et la recherche d'éléments communs peuvent être exercées sur des petites collections dès l'école maternelle. Par ailleurs, la classification scientifique met en jeu le concept mathématique d'inclusion qui ne peut être construit que progressivement par des activités diverses tout au long de la scolarité primaire.

« *Organiser selon un critère* » se trouve, d'autre part, être une compétence certifiée tant en fin de première étape qu'en fin de deuxième étape de l'enseignement fondamental dans le domaine du traitement de données en formation mathématique.

Ainsi, il est intéressant de rencontrer cette compétence du traitement de données en opérant des classements ou des tris à partir d'objets qui ne sont pas forcément mathématiques comme c'est le cas dans l'activité développée ci-dessous.

Tous les classements ou tris proposés par les élèves seront mathématiquement acceptés s'ils sont justifiés et qu'ils rencontrent les critères du tri ou du classement. Cependant, comme ces classements n'apportent pas tous grand-chose d'un point de vue scientifique, nous proposons l'activité développée ci-dessous.

⁸ Un lexique imagier de base élaboré par les auteurs de ces pistes peut être téléchargé sur le site d'enseignement.be. Celui-ci est inspiré du lexique construit par l'asbl Hypothèse.

Cette activité peut, par exemple, faire suite à une phase d'observation.

Nous proposons deux entrées :

1^e entrée possible : demander aux élèves de mettre de l'ordre dans une collection d'animaux.

2^e entrée possible : soumettre différentes organisations à la critique constructive des élèves.

Première entrée : les élèves mettent de l'ordre dans une collection d'animaux

Par équipes, les élèves réalisent des regroupements d'animaux sur une feuille A3 et notent les critères qu'ils utilisent.

En groupe-classe, les productions sont exposées et les élèves explicitent leurs choix. Les différents critères de classement sont alors listés. Selon les groupes d'élèves, les ensembles ne seront sans doute pas constitués des mêmes animaux. Certains auront par ailleurs utilisé plusieurs systèmes d'organisation en même temps, ce qui mène parfois à des incohérences telles que de devoir mettre le même animal dans deux ensembles différents.

La classe examine les diverses propositions et tente de dégager les avantages et limites des différents critères proposés. Certains critères sont difficiles à utiliser parce qu'ils ne sont pas stables. Par exemple, certains animaux s'adaptent aux circonstances et modifient leur alimentation, on aura alors tendance à placer un animal dans deux ensembles. Le lieu de vie est aussi assez mouvant. Certaines propositions utiliseront peut-être des critères de tri. L'enseignant peut alors faire réfléchir les élèves sur le regroupement des animaux dans l'ensemble « ceux qui n'ont pas... » ou « ceux qui ne font pas... ». Quel sens cela a-t-il de rassembler dans un même groupe tous les animaux qui ne volent pas ? Quelle information cela nous apporte-t-il sur leur mode de déplacement ?... D'autres élèves (surtout des élèves du cycle supérieur) organiseront les animaux en fonction du groupe auquel ils appartiennent (ou auquel ils pensent qu'ils appartiennent) et donc constitueront le groupe des mammifères, des oiseaux... mais sans identifier nécessairement les critères qui ont permis de constituer le groupe, le nom du groupe étant souvent confondu avec le critère lui-même. Il s'agira alors de leur faire expliciter les critères utilisés afin de déconstruire les conceptions erronées essentialistes.

➤ *Questions-guides pour l'enseignant*

Qu'est-ce que les animaux de ce groupe-là ont en commun ? Y a-t-il des animaux d'autres ensembles qui ont aussi cette caractéristique ?

Tu dis que c'est le groupe des oiseaux. Qu'ont-ils en commun, ces animaux-là, qui fait qu'on les appelle des oiseaux ?

Je voudrais mettre une étiquette sur cet ensemble, et cette étiquette commencerait par « Ceux qui.... ». Que pourrait-on dire ?

(Soit un animal nouvellement amené) Dans quel groupe mettrais-je cet animal ? Est-ce que je ne pourrais pas aussi le mettre dans un autre ?

(Soit un tri) Qu'est-ce qu'il y a comme ressemblances entre les animaux de ce groupe-ci ? (pour se rendre compte qu'il n'y a pas vraiment de point commun...)

D'autres questions peuvent être posées afin de comparer les organisations et d'en dégager celles qui relèvent de classements et celles qui intègrent des dimensions de tri.

Qu'est-ce que les animaux de ce groupe ont en commun ?

Est-ce qu'un animal du groupe pourrait aussi être placé dans un autre groupe ?

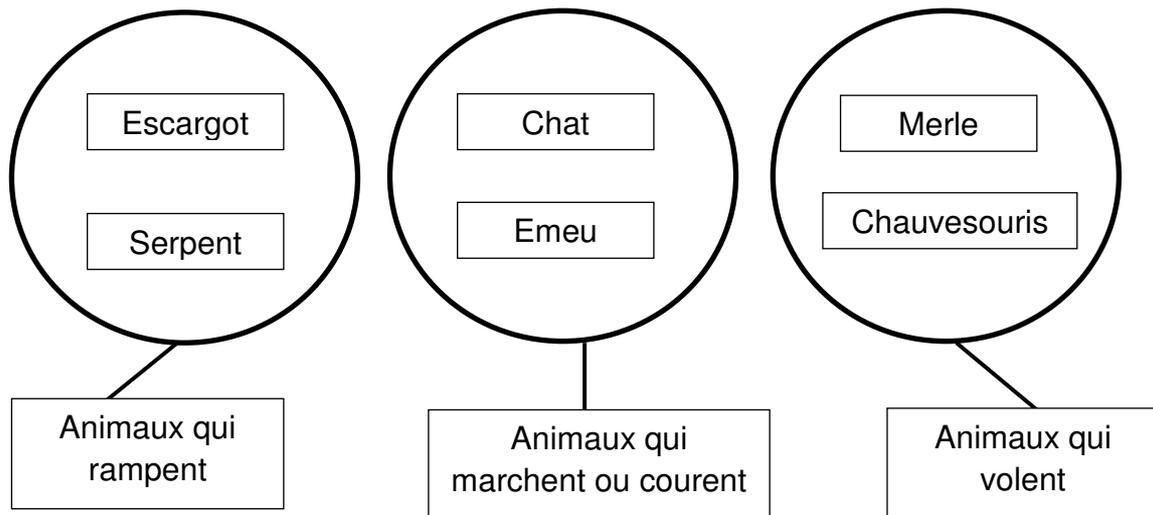
Il s'agira ensuite de **formaliser les connaissances** et on pourra distinguer les tris, des classements. On pourra également noter que différents classements peuvent répondre à différents projets. L'enseignant devra sans doute apporter une information nouvelle importante : les scientifiques classent les animaux sur ce qu'ils ont (leurs caractères ou leurs attributs), sur leurs ressemblances physiques.

Seconde entrée : les élèves portent un regard critique sur des propositions d'organisation d'animaux

L'enseignant soumet différentes organisations d'animaux aux élèves :

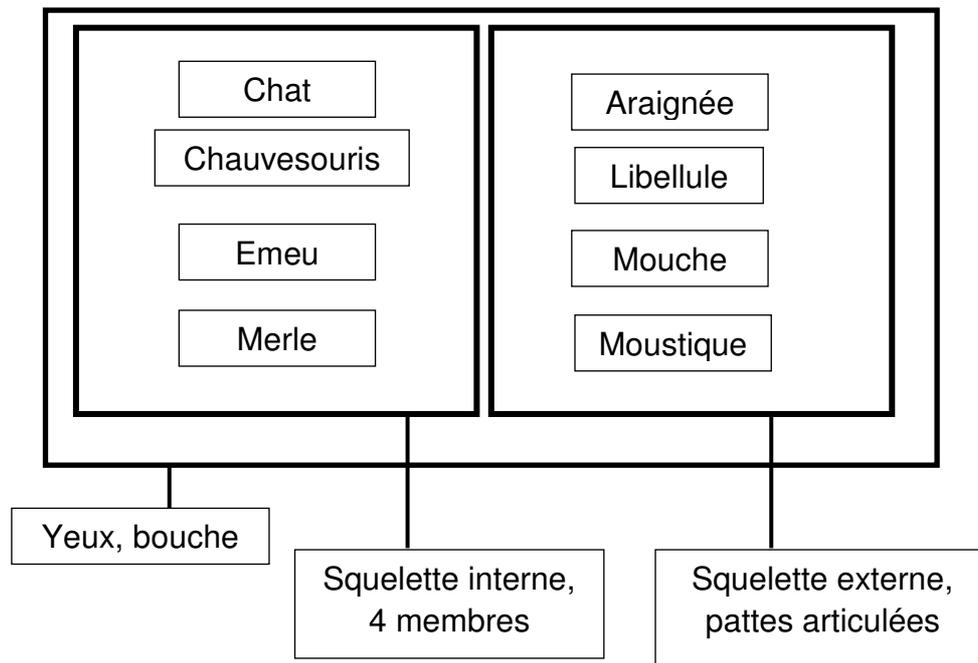
des classements fonctionnels : par exemple en fonction du régime alimentaire (herbivores, carnivores, insectivores, omnivores...) en fonction du mode de déplacement (ceux qui volent, ceux qui nagent, ceux qui rampent, ceux qui sautent), classement fonctionnel culinaire (les volailles, les viandes, les poissons, les fruits de mer) ;

➤ *Exemple de classement fonctionnel*



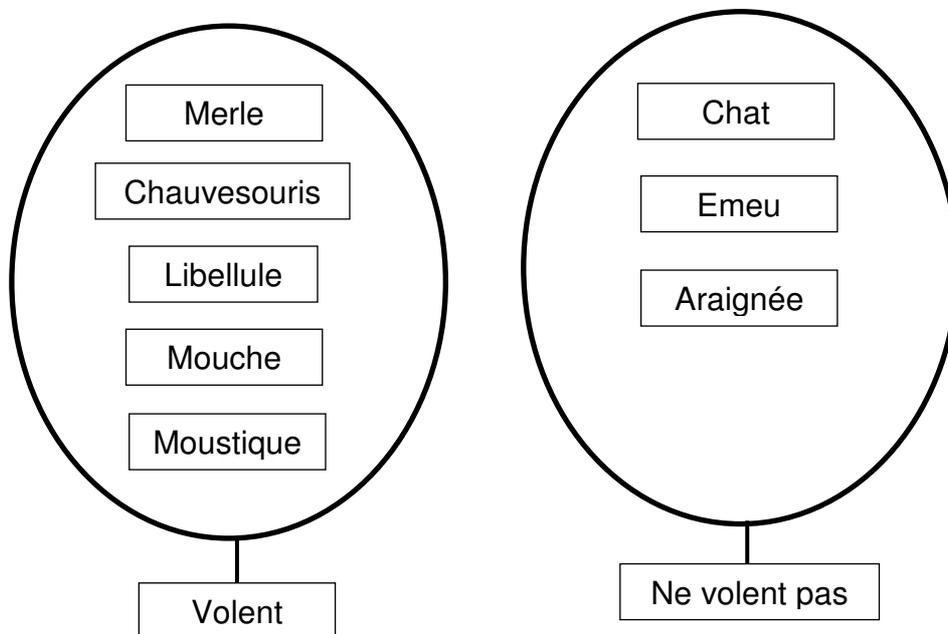
un classement phylogénétique : des ensembles emboîtés sur une petite collection d'animaux ;

➤ *Exemple de classement phylogénétique*



un tri : par exemple les animaux nuisibles et ceux qui ne le sont pas ou les animaux qui volent et ceux qui ne volent pas.

➤ *Exemple de tri*



Par équipes, les élèves tentent d'identifier les différents critères de regroupement des animaux. Ils portent également un regard critique sur les organisations proposées : laquelle ou lesquelles nous donnent des renseignements sur « Quel est le plus proche cousin de qui ? ».

En groupe-classe, chaque organisation est analysée (voir questions-guides pour l'enseignant ci-avant).

Quelle que soit l'entrée choisie, le débat devrait permettre de **construire collectivement une synthèse** qui vise les notions suivantes :

Quand on classe des animaux, on les regroupe sur la base de ce qu'ils ont en commun et pas en fonction de ce qu'ils n'ont pas.

Les scientifiques classent les animaux en fonction de leurs ressemblances, c'est-à-dire des caractéristiques (attributs) communes.

1.2.3 ACTIVITÉ 3 : CLASSER DES ÊTRES VIVANTS

Cette troisième activité constitue l'activité de classification proprement dite et peut prendre deux à trois séances. Pour rappel, elle nécessite que l'élève ait déjà eu l'occasion à plusieurs reprises d'observer et de représenter des animaux, de les décrire et de nommer ses attributs. Il doit avoir acquis un lexique pour décrire les animaux même si l'activité de classement scientifique est une nouvelle occasion d'enrichir celui-ci. Il doit également avoir eu l'occasion d'organiser des collections diverses à plusieurs reprises dans sa scolarité.

Les trois activités peuvent toutefois être envisagées dans la continuité pour autant qu'il s'agisse d'une réactivation des étapes 1 et 2 et non d'une première découverte.

Objectifs

Comparer des animaux et rechercher ce qu'ils ont en commun.

Procéder à une classification scientifique.

Expérimenter le concept d'inclusion, l'imbrication des groupes les uns dans les autres.

Passer d'une représentation à une autre.

Faire des hypothèses sur l'origine des ressemblances et approcher la notion d'ancêtre commun.

De la question de départ à la question d'investigation

Si l'activité de classement n'est pas inscrite dans un projet plus vaste, une question de départ doit engager les élèves dans la tâche et permettre de définir la question-guide.

Pour toi, qu'est-ce qu'un animal ?

Laisser un temps de réflexion qui peut s'accompagner d'une production écrite individuelle, un **recueil des conceptions** initiales. La question formulée en ces termes, « Pour toi, ... » (et non, « Qu'est-ce qu'un animal ? » ou « Sais-tu ce qu'est un animal ? »), encourage les élèves à produire une réponse personnelle et à ne pas rester dans une posture d'évaluation ou de restitution de ce qu'ils auraient appris auparavant.

Pour moi, un animal c'est un être
animé qui se déplace au
moyen de ses pattes.

Pour moi, un animal c'est un mammifère
avoir quatre pattes
• savoir respirer dans l'air

Mener ensuite un **débat collectif** autour de cette question de départ afin de **confronter les conceptions initiales** des élèves. Ce débat doit aussi permettre d'identifier la question scientifique qui sera investiguée. Différentes pistes ou questions d'investigation pourraient déboucher d'un tel débat, les élèves ayant beaucoup de choses à dire et étant d'avis divergents sur le sujet. Toutefois, l'enseignant a un objectif, un cap qu'il veut garder, l'enseignant sait où il va même si les interactions entre élèves sont essentielles dans un débat. Voici donc quelques questions qui peuvent guider le débat coordonné par l'enseignant et qui permettent d'orienter les réflexions vers l'objectif poursuivi. « Est-ce qu'il existe des points communs entre tous les animaux ? », « Est-ce qu'il y a quelque chose que tous les animaux ont ? », « Comment peut-on expliquer que certains animaux se ressemblent plus que d'autres ? »...

I : Tu dis qu'un animal n'est pas une plante. D'accord, mais pourquoi le compares-tu à une plante ? Je pourrais dire aussi qu'un animal n'est pas une montagne...

Es : rires...

I : Vous ne devez pas rire, ce n'est pas pour rien qu'il a noté la différence entre les animaux et les plantes. Je voudrais juste qu'il explique.

E : Parce qu'un animal, c'est vivant, comme une plante. Mais ce n'est pas une plante.

I : OK, donc tu dis qu'un animal est un être vivant, comme la plante. Mais qu'il est différent. Différent en quoi, tu peux expliquer ?

E : Ben, il bouge. Pas les plantes. Les animaux ont un cœur aussi, pas les plantes.

I : Pour toi, tous les animaux ont un cœur. Est-ce que tout le monde est d'accord avec ce que dit X ? Est-ce que vous pensez que tous les animaux ont un cœur ?

....

Le débat devrait mettre en évidence des tentatives explicatives, des questions que les enfants se posent sur les animaux, des désaccords entre les élèves. Il convient de relever et de lister les questions et les désaccords. La **question d'investigation** devrait tendre vers « **Qui ressemble le plus à qui ?** » ou un pas plus loin « **Qui est le plus proche cousin de qui ?** » si les élèves ont introduit des idées d'évolution dans leurs explications.

***Qui ressemble le plus à qui ?
Qui est le plus proche cousin de qui ?***

Cette question d'investigation restera visible tout au long de l'activité.

- Exemples de questions connexes que les élèves d'une classe se sont posées et pour lesquelles ils n'étaient pas tous d'accord :

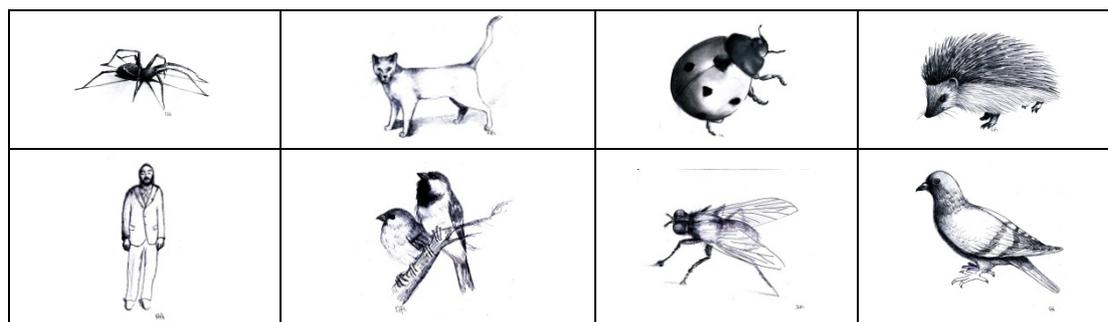
Est-ce que l'homme est un animal ?

Je crois qu'on descend du singe mais je ne suis pas sûr.

Est-ce que les mouches entendent ?

Observer et décrire les espèces d'une collection

Classement d'une petite collection d'animaux assez simple.



- Distribuer à chaque groupe de trois ou quatre élèves, un jeu de vignettes des animaux de la collection. (voir page 41)

Les élèves décrivent alors les espèces animales de la collection : ils précisent les attributs anatomiques, « ce qu'ils ont », en se référant au lexique construit antérieurement (ou à défaut, au lexique imagier proposé en annexe 1) et complètent une fiche d'observation. Cette phase peut s'accompagner d'une recherche documentaire, lorsqu'on ne connaît pas ou que l'on doute sur les attributs. Cette phase est aussi l'occasion d'enrichir le lexique.

Avec des élèves qui ont encore peu l'habitude de ce type de tâches, il vaut mieux canaliser l'exercice en restreignant les attributs à repérer en utilisant une fiche d'observation à remplir (voir fiche en annexe 3).

Faire une liste des attributs et constater que certains sont partagés

Suite aux observations des différents groupes, les attributs sont listés et comparés en groupe-classe. Cette tâche peut être réalisée sous la forme d'un tableau comparatif tel que présenté ci-dessous.

Quelles caractéristiques les animaux de notre collection ont-ils en commun ?								
	Chat	Coccinelle	Araignée	Hérisson	Homme	Mouche	Moineau	Pigeon
Yeux	X	X	X	X	X	X	X	X
Bouche	X	X	X	X	X	X	X	X
Oreilles à pavillon	X			X	X			
Squelette interne	X			X	X		X	X
Squelette externe		X	X			X		
4 membres	X			X	X		X	X
6 pattes		X				X		
8 pattes			X					
Poils	X			X	X			
Plumes							X	X
Antennes		X				X		
Ailes membraneuses		X				X		

Construire la classification emboîtée (à l'aide de boîtes)

Une fois tous les élèves au clair sur les attributs que possèdent tous les animaux de la collection, il s'agit ensuite de les classer.

« Regroupons les animaux qui partagent les mêmes attributs afin de créer des groupes. »

On peut procéder de deux façons :

on peut partir de ce que les animaux de la collection ont tous en commun, puis ce qui est spécifique à certains groupes, de plus en plus restreints. On passe ainsi du tout à ses parties.

on peut, à l'inverse, partir des groupes d'animaux qui se ressemblent le plus et constituer des regroupements en ensembles plus importants. On passe alors des parties au tout.

Nous préconisons la première démarche. En effet, partir d'un ensemble large qui contient toutes les espèces amène implicitement la construction de sous-ensembles qui s'imbriqueront les uns dans les autres. La notion d'inclusion est alors amenée assez naturellement.

Il s'agira donc tout d'abord de construire l'ensemble le plus inclusif (celui qui inclut tous les animaux), fondé sur ce que les espèces en présence partagent toutes.

Une première classification sera construite en utilisant physiquement un ensemble de boîtes, de tailles décroissantes. À l'avance, l'enseignant construit autant de lots de boîtes qu'il y a de groupes d'élèves. Pour cette collection, un lot comprendra des boîtes de trois tailles différentes : une grande boîte (par exemple un couvercle d'une boîte de rames A4), deux boîtes moyennes et quatre petites boîtes. L'enseignant peut toutefois mettre à disposition d'autres boîtes afin de laisser davantage de liberté de classement aux élèves.



➤ *Phase d'investigation en groupe*

Cette phase est réalisée en petits groupes de trois ou quatre élèves.

En s'aidant du tableau, les élèves :

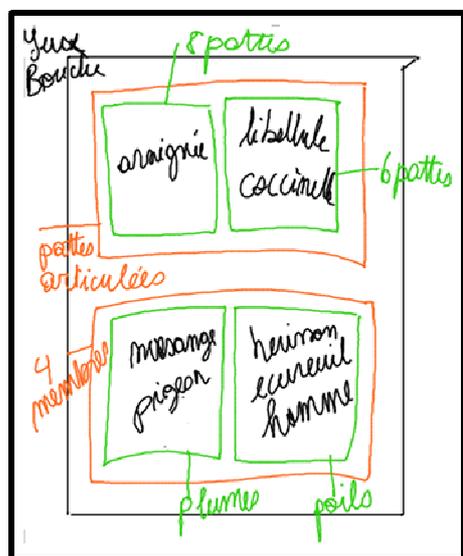
identifient les attributs (caractères) communs à tous les organismes de la collection. Tous les animaux peuvent ainsi être placés dans un même ensemble (la grande boîte). Sur une étiquette (*post-it*), collée sur cette grande boîte, sont notés les attributs communs à tous⁹. Dans notre collection : des yeux et une bouche.

construisent des ensembles de plus en plus petits d'animaux qui ont des attributs communs. Les élèves déposent les vignettes dans des boîtes plus petites incluses dans les plus grandes. Sur chaque boîte sont notés les attributs communs au groupe.

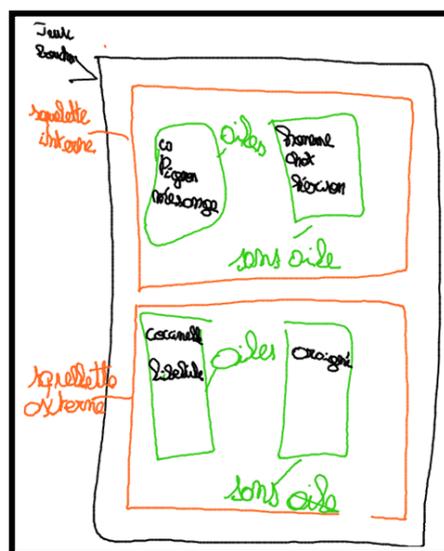
⁹ Au besoin, cette première étape est réalisée collectivement.

Des boîtes à l'à-plat : passer d'une représentation à une autre

Par équipes, les élèves représentent sur feuille A3 les ensembles réalisés à l'aide des boîtes. Ce passage à l'à-plat fait partie de la démarche de construction de l'abstraction ; il ne doit pas être négligé.



Groupe 1



Groupe 2

Classements de deux groupes, reproduits sur le tableau interactif¹⁰

➤ Débat collectif

En collectif, les productions des élèves sont présentées et confrontées. Le débat a pour objectif de comparer les ensembles construits et les critères de classement scientifique. Il est essentiel également que les élèves comprennent que les groupes d'animaux se définissent par rapport à des caractères qui leur sont spécifiques et exclusifs.

➤ Questions-guides pour comparer les productions

Les différences entre les productions viennent-elles d'erreurs dans l'identification de certains attributs ?

¹⁰ L'activité a été menée avec une collection un peu différente de celle proposée ici.

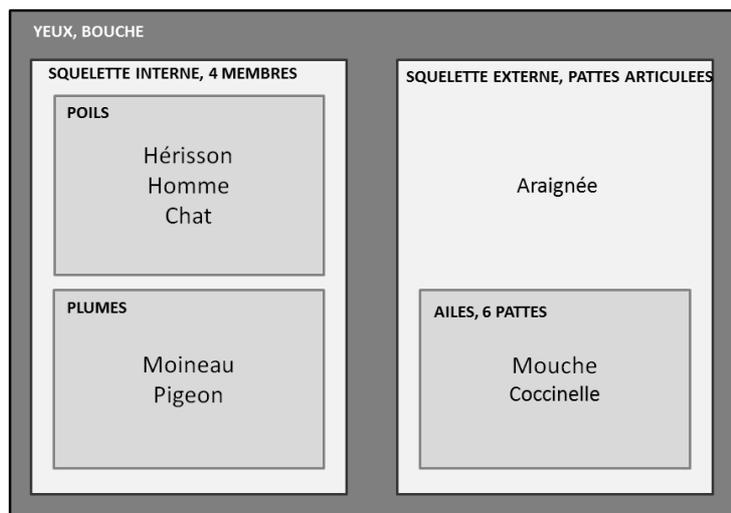
Tous les groupes ont-ils tenu compte de l'inclusion des petites boîtes dans les plus grandes ?

Les attributs partagés par les animaux d'un même groupe ont-ils été notés en étiquette pour caractériser le groupe ?

Certains groupes d'élèves ont-ils nommé (ex. mammifères) sans noter les attributs partagés ?

Un même attribut n'a-t-il pas été utilisé pour constituer plusieurs ensembles ?

Certaines propositions renferment-elles des critères de tri : le « groupe avec » et le « groupe sans » ?...



Classement final validé par la classe¹¹

Une fois le classement final validé, l'enseignant et les élèves doivent « jouer » avec la collection afin de comprendre et de s'approprier le principe du classement par inclusion.

➤ *Questions-guides pour aider les élèves à comprendre le classement :*

Que nous disent les différents ensembles ?

Quels sont tous les attributs du moineau par exemple ?

Pourrait-on placer dans le groupe avec la coccinelle, un animal qui a 8 pattes articulées ?

Est-ce que tous les animaux dans le même groupe que la coccinelle ont des yeux ?

Quels sont tous les animaux qui ont un squelette interne ?

...

En d'autres termes, il faut « jouer » avec l'inclusion.

¹¹ L'araignée ne peut former un groupe à elle seule. Pour ce faire, il faudrait disposer de deux araignées différentes dans la collection.

Des ensembles aux arbres : vers l'origine des ressemblances

Une fois la classification validée, l'enseignant propose aux élèves de s'interroger sur l'origine des ressemblances au travers de la question suivante :

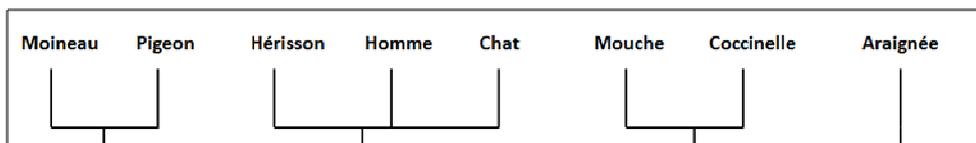
Les ensembles que nous avons formés nous aident-ils à répondre à notre question de départ « Qui est le plus proche cousin de qui » ?

Ensuite, **collectivement**, l'arbre de parenté, qui permet de visualiser l'origine des ressemblances est construit. Pour ce faire l'enseignant note au tableau les animaux de la collection.

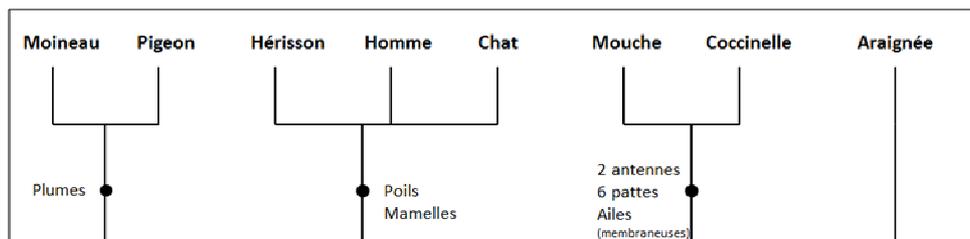
Moineau Pigeon Hérisson Homme Chat Mouche Coccinelle Araignée

Il invite ensuite les élèves à rappeler les plus petits sous-ensembles formés.

- *Quels sont les animaux qui se ressemblent le plus et que l'on a regroupés dans les plus petits sous-groupes ?*

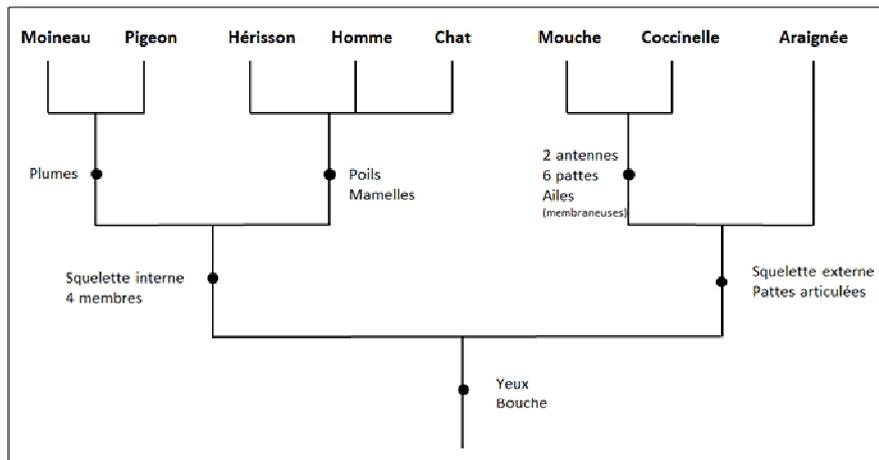


- *Qu'ont-ils comme caractères communs et exclusifs ?*

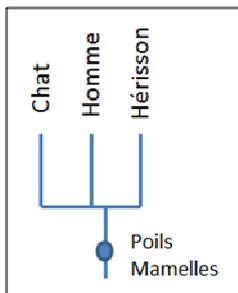


Au fil des questions et des échanges avec les élèves, construire l'arbre « des branches vers le tronc ». Contrairement à la précédente démarche à l'aide des boîtes, qui passait du tout aux parties, la construction de l'arbre va des parties vers le tout afin que les élèves apprennent à raisonner selon les deux cheminements.

Voici l'arbre de parenté final construit au départ de la petite collection :



La construction de l'arbre est l'occasion de découvrir et d'introduire la **transmission des caractères**. Si dans un ensemble, les animaux ont des caractères communs, c'est qu'ils les ont hérités d'un ancêtre commun.



Chat, homme, hérisson et tous les animaux de ce groupe ont un ancêtre commun qui avait des poils et des mamelles.

C'est seulement à ce moment que l'on pourra nommer le groupe. Même s'il est probable que les élèves auront déjà nommé les groupes qu'ils connaissent, il est important d'explicitement passer de la définition des caractères exclusifs au nom attribué au groupe.

La **synthèse** doit se construire collectivement ou au moins être soumise à discussion avec les élèves. La synthèse finale pourra tenter de rencontrer les concepts suivants :

les animaux sont rassemblés dans un même groupe parce qu'ils ont certains caractères en commun ;

classer les animaux permet de comprendre qui est le plus proche parent de qui ;

les animaux d'un même groupe sont plus proches parents entre eux qu'avec les animaux des autres groupes : par exemple, le chat est plus proche parent du hérisson et de l'homme que du moineau et du pigeon ;

tous les animaux qui ont des poils et des mamelles ont été regroupés dans un ensemble que les scientifiques ont appelé le groupe des « mammifères », etc.

Une seconde partie de synthèse visera à retracer la démarche de classification scientifique. Elle pourrait reprendre les étapes suivantes :

- observer les animaux, observer leur physique ;
- lister leurs caractéristiques physiques (les attributs) et les comparer ;
- chercher ce qu'ils ont tous en commun, c'est le premier grand ensemble ;
- faire des ensembles emboîtés avec des animaux qui ont les mêmes attributs ;
- construire l'arbre de parenté.

PROLONGEMENTS POSSIBLES

Un seul exercice de classification est totalement insuffisant pour construire ce savoir-faire complexe et les connaissances liées. Il est important de renouveler ce type d'exercices en variant les collections de départ. À nouveau, nous soulignons l'importance de donner du sens aux apprentissages et donc de privilégier des activités en contexte.

Cette activité peut donc être transposée à d'autres collections thématiques, par exemple :

Collection « Les animaux de la ferme »	Collection « Les animaux du bord de mer »
la mouche	le crabe
la vache	le buccin
le canard	l'homme
l'homme	le goéland
la poule	la mouette
le cochon	la sole
le papillon	la moule
le cheval	la crevette
le moustique	

CONSEILS ET PIÈGES À ÉVITER LORSQU'ON PRÉPARE UNE ACTIVITÉ DE CLASSIFICATION DES ÊTRES VIVANTS

Éviter les classifications des végétaux à l'école primaire. Les caractères des végétaux sont extrêmement complexes à comprendre et difficiles à observer.

Délimiter la collection à classer et ne pas, à ce stade d'enseignement, laisser les élèves définir la liste des animaux à classer.

Prévoir de la documentation jeunesse afin que les élèves puissent répondre à leur questionnement : « Où sont les yeux de l'escargot ? », « Le manchot a-t-il des poils ou des plumes ? », « C'est quoi la différence entre un manchot et un pingouin ? » Toutes les questions d'élèves seront l'occasion d'enrichir le lexique.

Espèces à éviter :

- serpent : il s'agit d'un tétrapode qui a ensuite perdu ses membres ;
- limace : il s'agit d'un mollusque qui n'a plus qu'un résidu de coquille non visible ;
- les insectes de la mare dont les antennes ne sont pas visibles comme le notonecte ;
- les groupes des cnidaires et des échinodermes (trop complexes).

1.3 BIBLIOGRAPHIE COMMENTÉE

Chanet, B. & Lusignan, F. (2010). Classer les animaux au quotidien du cycle 2 à la 6^e. Deuxième édition. Paris : CRDP de l'académie de Rennes.

« Cet ouvrage a pour but de présenter les nouvelles méthodes de classification des animaux ainsi que des solutions testées en classe pour commencer à les aborder dès le cycle 2 de l'école primaire et de les enseigner véritablement au cycle 3 ainsi qu'en 6^e. [...] Quinze exercices de difficulté graduée sont proposés. Des animaux de la savane africaine à ceux représentés sur les grottes préhistoriques, en passant par le récif corallien, la ferme et la poissonnerie, nous avons tenté de présenter une diversité de milieux et d'organismes qui peuvent être classés facilement sur la chose qu'ils ont tous en commun : leur histoire évolutive. » Les auteurs. Un cédérom accompagne l'ouvrage et inclut les séquences d'activités.

Lecointre, G. (2008). Comprendre et enseigner la classification du vivant. Deuxième édition. Paris : Éditions Belin.

Cet ouvrage est destiné aux enseignants. Il s'agit d'un outil de réflexion mais aussi et surtout d'un guide pratique qui parvient admirablement bien à rendre la classification accessible à tous les niveaux scolaires. Il aborde les questions concrètes de la classe et les activités proposées, finement graduées, sont élaborées autour de collections d'animaux proches des élèves.

Schneeberger, P., & Verin, A. (2009). Propositions pour intégrer le travail du langage à l'enseignement des sciences. *Développer des pratiques d'oral et d'écrit en sciences*. P. 61-71. Paris : INRP.

« Cet ouvrage, issu de deux recherches coopératives coordonnées par l'INRP sur les pratiques d'écriture et sur l'argumentation en sciences expérimentales, s'adresse aux enseignants de l'école primaire, de la maternelle au CM2. Ils y trouveront des pistes de réflexion et des propositions concrètes de travail en sciences et en français. À travers plusieurs exemples de séquences expérimentées en classe où apprentissages langagiers et scientifiques s'étayaient mutuellement, ils pourront tirer des éléments pour analyser leurs propos pratiques d'enseignement et les enrichir s'ils le souhaitent. » (http://ife.ens-lyon.fr/publications/catalogue/web/Notice.php?not_id=BD+159)

Sites proposant des activités de classification

<http://educ47.ac-bordeaux.fr/sciences/ch-dv-cv.htm> : basé sur l'ouvrage de Lecointre

http://www.perigord.tm.fr/~ecole-scienc/pages/activite/monde_vivant/Telechargements/SoMod.htm : lié à l'ouvrage de Chanet et Lusignan

<http://www.evolution-of-life.com/fr/explorer/> : site qui explique les principes de l'évolution et de la classification au travers de courts films, animations et simulations.

Hypothèse asbl (www.hypothese.be) : prêt de matériel et de livres pour les activités scientifiques en classe. Une malle « classification animale » peut être empruntée ; elle contient du matériel pour les élèves (livres documentaires, fiches d'identification, lexique imagier...) et l'ouvrage de G. Lecointre pour l'enseignant.

1.4 ANNEXES

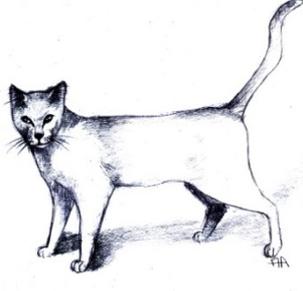
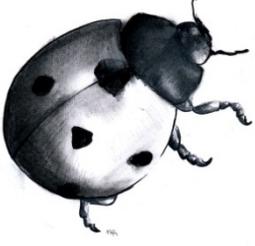
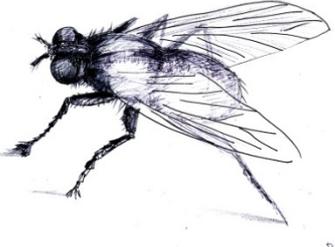
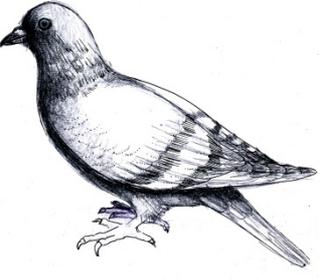
ANNEXE 1 : LEXIQUE IMAGIER



Le lexique imagier complet peut être téléchargé sur le site enseignement.be.

Il convient de l'imprimer en recto et de faire des copies recto/verso afin d'avoir les amorces de définition au verso de la photo correspondante.

ANNEXE 2 : COLLECTION D'ANIMAUX

 <p>A detailed black and white line drawing of a spider, showing its eight legs and body. The artist's initials 'MA' are visible at the bottom right of the illustration.</p>	 <p>A black and white line drawing of a cat standing on all fours, facing left. The artist's initials 'MA' are visible at the bottom right of the illustration.</p>
 <p>A black and white line drawing of a ladybug, showing its characteristic spots on its back. The artist's initials 'MA' are visible at the bottom right of the illustration.</p>	 <p>A black and white line drawing of a hedgehog, showing its spiky quills and small body. The artist's initials 'MA' are visible at the bottom right of the illustration.</p>
 <p>A black and white line drawing of a man standing, wearing a suit and a hat. The artist's initials 'MA' are visible at the bottom right of the illustration.</p>	 <p>A black and white line drawing of two sparrows perched on a branch. The artist's initials 'MA' are visible at the bottom left of the illustration.</p>
 <p>A black and white line drawing of a fly, showing its wings and legs. The artist's initials 'MA' are visible at the bottom right of the illustration.</p>	 <p>A black and white line drawing of a pigeon standing on its feet. The artist's initials 'MA' are visible at the bottom right of the illustration.</p>

Illustrations de Muriel Adam

ANNEXE 3 : FICHE D'OBSERVATION DES ANIMAUX

NOM DE L'ANIMAL :

Photo	Dessin d'observation
Taille	

Ce qu'il a :

Je consulte des livres ou le lexique lorsque je me questionne.

<p>Squelette interne Squelette externe Coquille Corps annelé (comme le ver de terre)</p> <p>Yeux Bouche Oreilles à pavillon Antennes. Nombre :</p> <p>Tentacules (comme l'escargot) Chélicères (comme l'araignée)</p> <p>4 membres Pattes articulées. Nombre : Nageoires à rayons Poils implantés (comme le chat) Plumes</p>	<p>Cils (ou poils de surface comme l'abeille) Mamelles Cornes Sabots Queue Bec Ailes membraneuses Élytres (comme la coccinelle) Carapace sur le dos et sur le ventre</p>
---	--

Je consulte des livres documentaires pour en savoir plus.

<p>Comment il se déplace :</p> <p><input type="checkbox"/> Vole <input type="checkbox"/> Nage <input type="checkbox"/> Marche <input type="checkbox"/> Rampe <input type="checkbox"/> Saute</p>	<p>Où il vit :</p> <hr/> <p>Ce qu'il mange :</p>
--	--

2. CHALEUR ET ISOLATION THERMIQUE

2.1 RETOUR SUR L'ÉPREUVE

L'isolation thermique est un thème qui permet des activités de manipulation à la portée des élèves. C'est pourquoi il n'est pas rare que ce sujet soit exploité dans les classes. Cependant, les enseignants restent souvent à un niveau descriptif ou se limitent à la classification des matériaux conducteurs et isolants et à leurs utilisations, sans mettre nécessairement en jeu des dimensions explicatives du phénomène.

Les résultats de l'évaluation montrent que beaucoup d'élèves de 5^e primaire conçoivent un isolant comme une matière qui permet de protéger de la chaleur uniquement ou du « froid » uniquement, un même matériau n'étant dès lors pas perçu comme efficace dans les deux situations. Protéger du chaud et protéger du froid sont donc envisagés par beaucoup d'élèves dans des champs conceptuels différents. Le pouvoir isolant n'est pas mis en relation avec le concept de conduction de la chaleur, au-delà de la seule utilisation des vocables « isolant » versus « conducteur » qui restent souvent obscurs pour les élèves, d'un point de vue explicatif.

Les pistes didactiques de 3^e année primaire et de 5^e année primaire consacrent chacune un chapitre à des activités expérimentales liées aux concepts de chaleur et d'isolation thermique. Il s'agit d'une volonté de traiter cette thématique dans la continuité. Certaines expérimentations sont fort proches mais celles proposées pour la 5^e année primaire vont un peu plus loin dans la construction des concepts et des démarches que celles développées pour la 3^e année primaire.

2.2 REcul THÉORIQUE POUR L'ENSEIGNANT

CETTE PARTIE EST UN APPORT INDISPENSABLE POUR LES ENSEIGNANTS MAIS ELLE N'EST ABSOLUMENT PAS DESTINÉE AUX ÉLÈVES. LE NIVEAU D'EXPLICATION DES CONCEPTS N'EST PAS DU NIVEAU DES ÉLÈVES DE 5^e ANNÉE PRIMAIRE.

Mener une activité scientifique nécessite très souvent de se réapproprier certains concepts scientifiques plus ou moins simples, c'est pourquoi il est important que les enseignants prennent le temps de parcourir ce recul théorique. L'objectif n'est ni de faire peur, ni de dissuader et il n'est pas besoin de tout maîtriser parfaitement pour se lancer dans les activités. L'objectif est d'explicitier avec un maximum d'exemples simples les concepts en jeu afin de pouvoir décoder les conceptions et explications des élèves. Prendre connaissance des propos développés dans cette partie théorique permettra certainement de déjouer certaines de nos conceptions d'adultes et ainsi se sentir plus à l'aise dans l'activité.

CHALEUR ET TEMPÉRATURE

Chaleur et température sont souvent confondues. Ces concepts sont tous deux reliés à l'énergie thermique mais ils sont cependant distincts.

La **température** est une **mesure** de l'agitation des molécules. Son unité internationale est le **Kelvin (K)**. Dans la vie courante et même en sciences, les unités les plus utilisées sont le **degré Celsius (°C)** ou encore parfois le **degré Fahrenheit (°F)**¹².

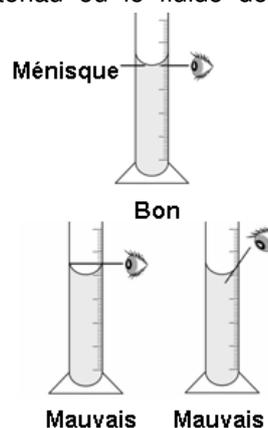
La température est mesurée à l'aide d'un **thermomètre**.

Utilisation des thermomètres

Peu importe le type de thermomètre que vous décidez d'utiliser en classe, il existe certaines règles d'utilisation à ne pas oublier :

- La **lecture de la température** se fait uniquement une fois que celle-ci s'est stabilisée et toujours en **laissant le capteur ou le réservoir dans** le matériau ou le fluide dont la température est mesurée.

- Avec les thermomètres **analogiques**, il est important que la lecture se fasse avec les yeux à **hauteur du ménisque** (*base de la courbe formée par un liquide dans un tube*). Pour les thermomètres extérieurs, il faut que les enfants puissent monter à hauteur du thermomètre ou que celui-ci puisse être décroché pour être amené à hauteur des yeux des enfants, ou encore, qu'il soit fixé à hauteur des yeux des élèves et non des adultes (qui doivent alors se baisser pour lire la température).



LA CHALEUR

La **chaleur** est la partie d'énergie thermique qui est transférée d'un corps à un autre et perceptible à nos sens. La chaleur n'est perceptible que lorsque ce transfert a lieu, c'est pourquoi le terme « chaleur » n'a de réelle signification que dans un processus d'échange d'un corps à un autre.

Ce transfert s'effectue toujours de la zone/l'objet le plus chaud, vers la zone/l'objet le plus froid.

¹² Les échelles Celsius et Fahrenheit sont des échelles de mesure relative (c'est pour cette raison que l'on parle de « degré » Celsius ou Fahrenheit). Ces deux échelles mesurent l'agitation moléculaire par rapport à l'agitation existant à un point de référence (la fonte de la glace pour l'échelle Celsius). Le point de référence de l'échelle Kelvin est le point théorique auquel il n'y a aucune agitation moléculaire, il s'agit donc d'une mesure absolue de l'agitation moléculaire.

La chaleur dépend principalement de trois facteurs :

La chaleur dépend de la différence de température entre les deux corps.

Si vous rentrez d'une balade dans la neige, vous percevez la chaleur de la pièce parce qu'il y a une différence de température entre votre peau (basse) et la température de l'air ambiant (plus élevée). Il y a transfert d'énergie de l'air vers votre peau : c'est la chaleur. Par contre, une personne présente dans la même pièce depuis un certain temps ne ressentira pas de chaleur parce qu'il n'y a plus de transfert d'énergie¹³.

La chaleur dépend de la masse du corps. Un objet de très faible masse ne peut pas contenir ni transférer beaucoup d'énergie, il ne sera donc pas perçu comme chaud, même si sa température est élevée.

Pour décorer un gâteau, vous allumez des bâtonnets d'étincelles. La température des étincelles peut atteindre 1000 °C. Pourtant, si des étincelles tombent sur vos mains, vous ne vous brûlerez pas. Même à très haute température, une étincelle est de si petite taille qu'elle transporte très peu d'énergie. Il y a très peu de chaleur.

La chaleur dépend de la nature du corps.

Si vous touchez une table en bois dont les pieds sont en métal, le bois vous semblera plus chaud que le pied en métal. Pourtant, étant dans la même pièce, ils sont à la même température mais les transferts de chaleur sont plus importants dans le métal que dans le bois.

TRANSFERT DE CHALEUR, CONDUCTION THERMIQUE ET ISOLATION THERMIQUE

Les concepts de transfert de chaleur, de conduction et d'isolation sont intimement liés.

La transmission de l'énergie thermique peut s'opérer selon trois modes¹⁴ :

¹³ Il s'agit d'une simplification. Le corps humain est producteur d'énergie.

¹⁴ Inspiré de la fiche d'activités « Isolation thermique », <http://www.hypothese.be/PageOutilsDidactiques.html>

La conduction est un transfert de chaleur de proche en proche au sein du matériau, par contact physique direct. Les molécules les plus chaudes se heurtent entre elles et transmettent leur énergie aux molécules voisines plus froides. Le flux de chaleur va donc toujours des zones chaudes vers les zones froides.

La convection est un déplacement d'air chaud. L'air chaud monte et l'air froid reste en bas, cela crée une circulation d'air.

Le rayonnement thermique est la transmission de chaleur sous la forme d'ondes et donc sans contact physique direct. Assis à proximité d'un feu éteint depuis peu, vous sentez le rayonnement émis par les braises.

ISOLANTS ET CONDUCTEURS THERMIQUES

Un **isolant thermique** est un matériau où les transferts de chaleur par conduction sont lents. Il est placé entre deux milieux dont les températures sont différentes. Il peut être représenté comme une sorte de barrière, ou plutôt comme un élément tampon, qui freine la conduction de chaleur.

Lorsque vous utilisez des gants de cuisine pour saisir une casserole chaude, le flux de chaleur va de la casserole (zone chaude) vers les mains (zone froide) en transitant par les gants dont la matière conduit faiblement la chaleur. Les gants isolent vos mains de la chaleur de la casserole.

Vous pouvez porter ces mêmes gants pour prendre un aliment dans le congélateur. Dans ce cas, le flux de chaleur ira de vos mains (zone chaude) vers l'aliment congelé (zone froide) en transitant à nouveau par les gants. Le flux de chaleur y étant lent, vos mains conservent leur chaleur, on dit que les gants isolent vos mains du froid.

Un **conducteur** thermique est un matériau qui laisse facilement passer la chaleur. On utilise un conducteur pour évacuer ou disperser la chaleur. Les meilleurs conducteurs thermiques sont les métaux et certains fluides. Ainsi, les radiateurs sont en métal afin de transférer rapidement la chaleur de l'eau qui y circule.

QUELLES SONT LES CARACTÉRISTIQUES D'UN BON ISOLANT THERMIQUE ?

La conduction est plus importante dans les métaux que dans les non-métaux. Elle est aussi plus importante dans les solides que dans les liquides, et c'est dans les gaz que la conduction est la plus lente.

En pratique, les matériaux non métalliques dont la structure piège de l'air sont donc de bons isolants. C'est le cas des fibres naturelles, par exemple la laine, le chanvre, le lin, mais aussi le bois, le liège...

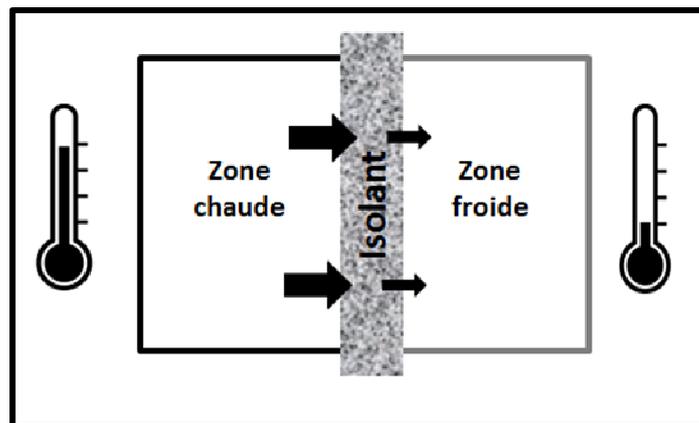
Les matériaux synthétiques tels que le polystyrène expansé (« frigolite ») ou le polyuréthane sont également de bons isolants. Les plastiques sont des faibles conducteurs de chaleur et la structure sous forme de mousse permet de capturer une grande quantité d'air.

Le double vitrage utilise également la propriété isolante des gaz. Un gaz inerte (air ou autre) est emprisonné entre deux couches de verre. C'est encore le pouvoir isolant de l'air qui est exploité dans les seaux à vin isothermes, la couche d'air permettant de conserver la fraîcheur du vin.

Il est aisé de comprendre que l'épaisseur du matériau augmente l'effet isolant, les transferts d'énergie étant davantage freinés. Toutefois, au-delà d'une certaine épaisseur, les performances isolantes ne s'améliorent plus.

« ISOLER DU CHAUD », « ISOLER DU FROID » : UN MÊME PHÉNOMÈNE

La figure ci-dessous schématise l'influence d'un isolant sur le flux de chaleur entre une zone dite chaude et une zone dite froide. Un isolant agit lorsqu'il y a une différence de température entre deux zones.



« Isoler du froid » ou « isoler du chaud », c'est exploiter le même phénomène. C'est le point de vue qui est différent.

« Isoler du froid », « garder chaud ». Si on désire garder une boisson chaude, on s'intéresse à la zone chaude et on utilise un isolant pour freiner les transferts de chaleur vers la zone froide.

« Isoler du chaud », « garder froid ». Si on désire garder une boisson froide, on s'intéresse à la zone froide et on utilise un isolant pour freiner les transferts de chaleur venant de la zone chaude.

Que l'on isole du chaud ou que l'on isole du froid, les transferts de chaleur qu'il faut considérer s'effectuent toujours du milieu plus chaud vers le milieu plus froid. Il n'y a jamais aucun transfert de la zone froide vers la zone chaude.

Enfin, n'oublions pas que « zone chaude » et « zone froide » sont des notions relatives. Été comme hiver, on désire que la température à l'intérieur de la maison avoisine les 20°C. En hiver, la maison à 20°C est la zone chaude : l'isolation va freiner les transferts de chaleur de l'intérieur vers l'extérieur. En été, par temps chaud, l'intérieur de la maison, toujours à 20°C, devient la zone froide : le même isolant freinera les transferts de chaleur de l'extérieur vers l'intérieur.

2.3 LES CONCEPTIONS INITIALES DES ÉLÈVES

Nous savons tous qu'avant d'aborder une thématique scientifique, les élèves ont déjà des idées plus ou moins claires et précises sur le sujet. L'enseignement des sciences vise dès lors la transformation progressive de ces conceptions. L'importance de la prise en compte des conceptions des élèves est très souvent soulignée, on dit qu'il faut partir des représentations des élèves. Il ne s'agit cependant pas de se limiter à l'expression orale ou par écrit des idées de départ ou d'envisager l'expression des conceptions comme une sorte d'entrée en matière. Il s'agit d'aider les élèves à faire émerger l'explication qui sous-tend leurs conceptions afin de les faire évoluer.

Il est tout d'abord illusoire de penser que l'on peut simplement remplacer ou corriger les idées fausses en proposant les idées justes. Les conceptions des élèves trouvent souvent leur origine dans l'expérience vécue et sont généralement très efficaces dans un certain contexte : elles permettent d'expliquer les phénomènes qui nous entourent. Les conceptions sont aussi reliées entre elles dans un réseau d'idées : « La soupe chaude que je bois me réchauffe. Un pull, c'est pareil, j'ai plus chaud avec un pull, la laine chauffe. ».

C'est en explicitant ses idées, en les confrontant avec celles des autres et avec les résultats d'expériences, que l'élève pourra peu à peu revoir l'organisation de ses conceptions et y intégrer durablement la nouvelle connaissance scientifique.

Exprimer ses idées, c'est développer une attitude de sujet pensant. Pour soi-même d'abord mais aussi et surtout en dialogue avec les autres. Échanger, c'est dépasser le seul énoncé de ses idées, c'est être encouragé à les expliciter et entendre que les autres n'ont pas nécessairement les mêmes explications.

Débat suite à la question : *Si on avait entouré un récipient avec l'écharpe en laine, est-ce que la température de l'eau chaude versée aurait pu augmenter ?*

E1 : *Avec la chaleur, la température monte.*

E2 : *C'est quand même une écharpe en laine, ça chauffe.*

E1 : *Avec les glaçons ça les garde, ça les fait fondre moins vite.*

E2 : *Ca n'a rien à voir.*

[...]

E3 : *L'écharpe ça chauffe le cou en hiver.*

E4 : *L'eau et le cou ce n'est pas la même chose.*

E3 : *C'est le même principe.*

I : *C'est-à-dire ?*

E3 : *Moi quand je mets ma veste ou mon écharpe, j'ai chaud et je transpire. Et il y a de l'eau qui coule. C'est comme avec les glaçons...*

I : *Si tu veux. Mais on a fait l'expérience et tu as vu que c'était l'inverse : l'écharpe ne réchauffait pas. Elle tenait froid.*

E3 : *Ah oui.*

E4 : *Si on met une écharpe sur soi, c'est comme si elle prenait la température corporelle, de mon corps. Si c'est froid, elle prend la température des glaçons. Les autres pensent peut-être que je dis un truc stupide. (l la rassure) Parce que si après je touche l'écharpe, elle est chaude. Et avec les glaçons, si je touche l'écharpe, je sens la température des glaçons.*

« Les activités scientifiques en classes de 5^e et 6^e années primaires » Bernadette Giot, Isabelle Demonty et Valérie Quittre

CONCEPTIONS ERRONÉES FRÉQUENTES SUR CHALEUR ET ISOLATION

La chaleur et le froid sont considérés comme des substances, de la matière. Cette conception est renforcée par le langage courant.

« *Ferme la porte, le froid va entrer.* »

« *Dans une tasse de thé, la chaleur monte parce que le bas de la tasse est fermé, en haut c'est le seul trou qu'il y a, donc ça monte.* »

Puisque la chaleur est vue comme de la matière, un matériau sera isolant s'il est étanche.

« *La toile de jute, c'est plein de trous, la chaleur va passer.* »

La chaleur est une caractéristique de la matière.

« *La laine c'est chaud, le fer c'est froid.* »

L'isolant produit de la chaleur. Cette conception est d'autant plus prégnante et persistante chez les enfants qu'elle trouve son origine dans l'expérience vécue et dans leur ressenti (la conception est inscrite dans le corps).

« *L'écharpe chauffe mon cou.* »

« *Avant, il faisait très froid dans mon grenier. Depuis qu'il est isolé, il fait plus chaud. L'isolation réchauffe le grenier et je peux y jouer.* »¹⁵

¹⁵ Dans les deux exemples ci-dessus, les enfants ignorent la production de chaleur par le corps humain et par le système de chauffage de la maison. C'est sans doute pour cela qu'ils attribuent un rôle de production de chaleur à l'isolant.

Les matières qui gardent chaud sont différentes des matières qui gardent froid.

« Un thermos, c'est pour que ça reste chaud. Pour garder froid, on met dans une gourde. »

L'épreuve a montré que cette conception était largement partagée par les élèves. Ils envisagent les deux phénomènes comme des concepts différents utiles dans des contextes distincts. Pour dépasser cette conception, il faut que les élèves entrent dans le registre explicatif, qu'ils comprennent le « passage à sens unique » de la chaleur de la zone à « haute » température vers la zone à « basse » température, l'isolant freinant ce passage.

[...]
Instit : Quelle tasse deviendra la plus vite chaude lorsqu'on y verse du thé chaud, la tasse en verre ou la tasse ici en céramique ?
M. : La tasse sera moins vite chaude que le verre parce que ...
V. : Oui, parce qu'il y a des différences d'épaisseur.
M. : oui il y a l'épaisseur mais aussi le verre c'est à la fois transparent, mais enfin ça ne joue pas mais, le verre c'est une matière qui accroche beaucoup plus vite et qui devient beaucoup plus chaude.
Instit : Essaie un peu d'expliquer cela.
M. : c'est comme si ça aspirait la chaleur sur les côtés, donc le verre sera plus vite chaud que la tasse.
Instit : Qu'en pensez-vous les autres ? M. dit que le verre aspire la chaleur et que la céramique aspire moins vite.
P. : Moi je pense que c'est parce que le verre est moins gros.
[...]
Instit : Et dans quelle tasse, le thé reste-t-il le plus longtemps chaud ? Dans celle en verre ou dans l'autre ?
V. : Dans la tasse parce qu'une tasse ça sert à quelque chose de chaud.
M. P. : Oui, dans la tasse
Instit : Pourquoi pensez-vous que le thé reste plus chaud dans la tasse que dans le verre ?
Tous : Une tasse ça garde plus la chaleur.
V. : Le verre c'est pour le froid, pour du coca par exemple, et la tasse c'est pour quelque chose de chaud.
Instit : Et si je mets du coca froid dans une tasse ?
V. : Ben il ne va pas rester longtemps froid, il va devenir un petit peu chaud.
Instit : Etes-vous d'accord avec l'explication de V. ?
Tous : oui
Instit : Vous dites que du coca restera plus longtemps froid dans un verre que dans une tasse et que le thé chaud restera plus longtemps chaud dans une tasse en céramique que dans un verre. Je vous propose que l'on essaie, que l'on vérifie en faisant une expérience. Comment pourrait-on faire ?
[...]

V. conçoit qu'une même matière est efficace soit pour garder chaud, soit pour garder froid, mais pas les deux. Il explique que le verre sert à garder froid tandis que la céramique sert à garder chaud. L'intérêt de ce dialogue est que l'enseignant tente d'installer un débat à partir des arguments des uns et des autres. Les élèves ne se limitent pas à faire des prévisions, ils sont invités à argumenter et à réagir aux explications des autres.

L'expérience qui sera mise en place sera ainsi ancrée dans une démarche explicative ; elle ne vient pas en guise de démonstration mais servira à recueillir des preuves qui permettront de repenser l'explication proposée et ainsi de progressivement et durablement transformer les conceptions et construire les connaissances scientifiques.

2.4 QUEL NIVEAU DE COMPRÉHENSION DES CONCEPTS DE CHALEUR ET D'ISOLATION PEUT-ON RAISONNABLEMENT VISER EN 5^e ANNÉE PRIMAIRE ?

L'apprentissage des sciences vise la compréhension des phénomènes qui nous entourent, et la démarche d'investigation, qui place l'élève au cœur de ses apprentissages, permet de construire de la compréhension. Il n'est donc pas question de laisser la construction de connaissances sur le côté au profit d'une démarche scientifique qui serait exercée pour elle-même. Ainsi, préalablement à toute séquence d'activités scientifiques, l'enseignant doit définir le cadre et le niveau conceptuel qu'il vise pour les élèves.

NIVEAUX DE SAVOIRS EN CINQUIÈME PRIMAIRE

LES SAVOIRS TRAVAILLÉS SONT EN CONSTRUCTION. ILS NE PEUVENT EN AUCUN CAS FAIRE L'OBJET D'UNE ÉVALUATION SOMMATIVE.

Différencier chaleur et température. Percevoir sur soi la différence entre chaleur et température. Cette étape est essentielle pour pouvoir dépasser le niveau descriptif et s'engager dans un processus explicatif des transferts de chaleur (à un niveau conceptuel accessible aux élèves bien sûr). Une activité à ce sujet est décrite dans les pistes 3^e année primaire. Dans le présent document, deux activités expérimentales y sont également consacrées. Si les élèves de 5^e année primaire ne sont pas au clair avec la différence entre chaleur et température, il est essentiel de commencer par une de ces activités.

Comprendre que la chaleur circule de proche en proche dans un matériau, ou passe de proche en proche d'un matériau à l'autre quand ils se touchent. L'expression « de proche en proche » est une notion-clé pour déconstruire l'idée que la chaleur passerait par des trous et donc qu'elle serait de la matière (et le froid une matière distincte du chaud).

Comprendre que la chaleur circule vite dans certaines matières, moins vite ou très lentement dans d'autres. Certains matériaux agiront comme des conducteurs de la chaleur et d'autres beaucoup moins, ce sont des isolants.

Un isolant, c'est un matériau dans lequel la chaleur circule lentement. Il est placé entre une zone plus chaude et une zone plus froide pour freiner la circulation de la chaleur de la zone chaude vers la zone froide. Un isolant protège du chaud et du froid.

2.5 ACTIVITÉS

L'ensemble des activités s'appuie sur une démarche expérimentale ponctuée par des écrits et des phases orales de débats collectifs, dans la lignée de l'ouvrage « Développer des pratiques d'oral et d'écrit en sciences » (Schneeberger & Vérin, 2009). Il s'agit de dépasser le stade ludique et descriptif de l'expérience pour tenter de comprendre en interagissant avec les autres.

Les phases expérimentales sont, pour la plupart, prévues en petits groupes d'élèves. Pour des raisons de sécurité, certaines doivent cependant être réalisées par l'enseignant.

Les concepts sont élaborés progressivement dans la succession des séances. On commence par distinguer chaleur et température. Les élèves construisent ensuite l'idée du transfert de chaleur de proche en proche. Ils peuvent alors comprendre que le « voyage » de la chaleur ne se fait pas à la même vitesse dans toutes les matières, ce qui permet d'introduire le concept d'isolant et de conducteur. Les élèves sont alors prêts à envisager le caractère isolant comme un phénomène unique : isoler du chaud ou isoler du froid, c'est ralentir le « voyage » de la chaleur.

Comme expliqué précédemment, la thématique « chaleur et isolation » a été volontairement développée dans le document « pistes didactiques » de 3^e année et dans celui de 5^e année. Il s'agit d'un choix de présenter un concept à travailler dans la continuité. Dans chacun des documents, des activités sont successivement décrites pour aborder (1) chaleur et température, (2) transferts de chaleur et (3) isolation. Certaines activités sont proches mais c'est l'exploitation qui en est proposée qui diffère : en 5^e année primaire, un pas de plus est fait dans la construction des concepts et des démarches. Un enseignant de 5^e année dont les élèves n'ont jamais travaillé cette thématique auparavant peut également se référer au document « pistes didactiques » de 3^e année.

Plusieurs expériences nécessitent l'utilisation d'un thermomètre afin de mesurer la température d'un liquide. Deux types de thermomètres pourraient être utilisés : des thermomètres digitaux ou des thermomètres analogiques à immersion. Utiliser correctement un outil de mesure tel que le thermomètre analogique est un savoir-faire important en sciences, et l'épreuve a montré que nombre d'élèves ne le maîtrisent pas. Nous encourageons vivement les enseignants et les directions à équiper les classes de thermomètres analogiques¹⁶ à immersion et d'ainsi permettre aux élèves de travailler ce savoir-faire important.

¹⁶ Pour vous procurer des thermomètres analogiques à immersion, contactez votre fournisseur habituel en matériel scolaire, même si aucun thermomètre de ce type n'est proposé dans le catalogue. Les firmes pourront certainement vous en fournir.

CONSEIL IMPORTANT : il est primordial que l'enseignant essaie toutes les expériences avant que les élèves les réalisent en classe. Le matériel doit toujours être testé, certains détails pouvant difficilement être anticipés et précisés dans un document. De plus, pour l'enseignant, c'est l'occasion de remettre en question ses propres conceptions et d'anticiper celles des élèves. Ce conseil est également valable lorsque les élèves sont amenés à concevoir leur propre dispositif expérimental : quel dispositif l'enseignant aurait-il lui-même prévu ?

2.5.1 CHALEUR – TEMPÉRATURE

UNE PETITE EXPÉRIENCE SURPRENANTE À RESENTIR

Cette activité sert de point de départ. Elle est réalisée par équipes de trois ou quatre élèves¹⁷.

Matériel par groupe :

un gobelet ou récipient d'eau chaude (supportable pour la main) ;

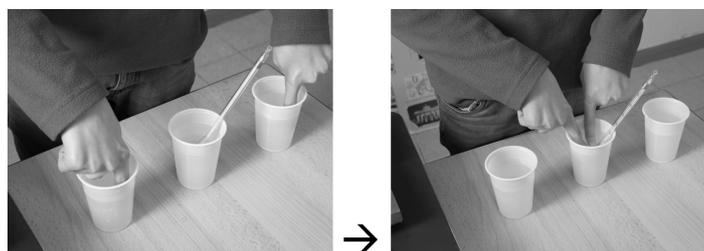
un gobelet ou récipient d'eau froide (environ 5°C) ;

un gobelet ou récipient d'eau à température ambiante ;

un thermomètre.

Tour à tour, chaque élève plonge l'index gauche dans le gobelet d'eau chaude en même temps que l'index droit dans le gobelet d'eau froide.

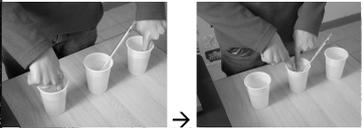
Après trente secondes, il ressort les deux index pour les plonger directement et simultanément dans le gobelet à température ambiante¹⁸ contenant le thermomètre.



¹⁷ Dans cette première phase, l'organisation en groupes n'est proposée que pour limiter le nombre de récipients à devoir prévoir pour la classe. Les réflexions sont ensuite menées individuellement.

¹⁸ Après plusieurs essais, il se pourrait que les écarts de température entre les récipients s'estompent. Il faudra alors remplacer l'eau des récipients. Il est aussi possible de faire l'expérience avec de plus grands récipients afin de plonger les mains et non juste les index.

Après avoir réalisé la manipulation en petits groupes, les élèves sont invités à exprimer individuellement leur ressenti et tenter une explication par écrit. Un premier **écrit individuel** aide les élèves à s'impliquer personnellement dans la construction de la problématique.

	<p>Ce que j'ai ressenti :</p> <p>Le doigt que j'ai trempé dans l'eau chaude dans l'eau tiède elle était froide et celui qui était dans l'eau froide dans l'eau tiède l'eau était plus</p>
	<p>Comment je l'explique :</p> <p>Mon doigt gauche était chaud et je l'ai trempé dans de l'eau tiède et ça me paraît froid et l'autre doigt il était</p>
<p>froid alors ça me paraît chaud.</p>	

Dans un second temps, l'enseignant engage une **discussion en groupe-classe** autour des ressentis surprenants mais aussi des explications proposées par les élèves qui sont autant de moments où leurs conceptions sur la chaleur et la température peuvent s'exprimer.

➤ *Questions-guides pour l'enseignant :*

Qu'avez-vous ressenti ?

Avons-nous tous ressenti la même chose ?

Comment peut-on l'expliquer ?

E1 : Quand on met le doigt qui vient du chaud, on réchauffe l'eau. Quand après, on met l'autre doigt, l'eau est devenue moins froide.
 I : Tu dis que c'est le doigt chaud qui a réchauffé l'eau. Pourtant, Maxime qui a fait l'expérience après toi, il a aussi trouvé que l'eau était froide.
 E1 : Ben oui, parce que son doigt était aussi plus chaud que l'eau du milieu, alors il trouve aussi que c'est froid.
 I : Tu me dis que c'est parce que le doigt est plus chaud que l'eau qu'on la trouve froide. C'est bien cela ?
 E1 : Ben oui.
 I : Mais tu dis aussi qu'on réchauffe l'eau avec nos doigts. Qu'en pensez-vous ?
 E2 : Non, l'eau a toujours la même température. C'est juste que, comme avant on était dans de l'eau chaude et qu'ensuite on va dans de l'eau qui est plus basse, on ressent quelque chose, comme si la température avait baissé... Parce que par rapport à ce qu'on avait avant, c'est différent.

E3 : C'est parce que notre doigt est plus chaud que l'eau, alors on trouve que c'est froid, tandis que l'autre doigt, il est plus froid que l'eau, alors on trouve que c'est chaud.

I : Vous dites que c'est la différence de température entre l'eau et le doigt qui fait que l'on ressent la chaleur avec un doigt et que l'on trouve que c'est froid¹⁹ avec l'autre. Est-ce qu'on est tous d'accord avec ça ?

E4 : Oui, c'est parce que c'est différent entre les deux, mais en fait, on se trompe. On trouve que c'est chaud ou que c'est froid mais normalement c'est tiède.

I : Que veux-tu dire par « on se trompe » ?

E4 : Ce qu'on sent, c'est pas la bonne température.

I : En effet, ce qu'on a ressenti, n'est pas une bonne indication de la température de l'eau. Mais est-ce qu'on a tous mal ressenti ?

...

Dans cet extrait, l'enseignant reformule les propos des élèves (« Tu veux dire que... »), il les incite s'expliquer (« Que veux-tu dire par 'on se trompe' ? »), il renvoie le débat à l'ensemble de la classe (« Qu'en pensez-vous ? »)...

Ce débat devra déboucher sur la construction d'un **premier écrit collectif structurant** dont voici un exemple de formulation :

*La chaleur que nous ressentons, ce n'est pas la même chose que la température.
On peut ressentir la chaleur si notre doigt est plus froid que l'eau. Si notre doigt est plus chaud que l'eau, on ne ressent pas la chaleur et on trouve que l'eau est froide.
On ne se trompe pas, on sent de la chaleur ou on n'en sent pas.*

UNE DEUXIÈME EXPÉRIENCE POUR RENFORCER LA PREMIÈRE DÉCOUVERTE

Une deuxième courte expérience permet de dépasser la surprise et de renforcer les premières découvertes.

Matériel par groupe :

une petite boîte remplie de flocons de « frigolite », de farine ou de sciure ;

¹⁹ L'enseignant doit éviter de dire « on sent le froid » mais dire « on ne sent pas la chaleur et on trouve que c'est froid ». De même, lorsqu'un élève dit « il y a du froid » ou « on sent le froid », il faut essayer de reformuler (sans pointer que l'élève ne doit pas dire ça).

une petite boîte remplie de rondelles métalliques, de petits écrous ou de tout autre type de petits objets métalliques ;
un thermomètre.

***Tour à tour, chaque élève enfonce simultanément l'index gauche dans une boîte et l'index droit dans l'autre. Qu'est-ce qu'on ressent ?
Comment pourrait-on vérifier ?***

La nécessité de mesurer la température dans les deux boîtes se fait sentir. Et l'on constate que les deux boîtes sont à même température ou à des températures très proches²⁰ (la température de la classe).

À ce stade, chaque groupe d'élèves produit un **petit écrit explicatif**. Celui-ci permettra à l'enseignant de déceler si les élèves font le lien avec la première expérience et exploitent la première découverte.

En groupe-classe, les explications des groupes sont comparées, on se questionne pour savoir si l'on veut ajouter ou modifier l'écrit collectif précédent. Un ajout possible pourrait être :

On ressent des chaleurs différentes parce que la matière est différente même si la température mesurée est identique. La chaleur, c'est ce que je ressens. La température, c'est ce que je mesure avec un thermomètre.

UNE EXPÉRIENCE POUR PROUVER QUE « CHALEUR » N'EST PAS « TEMPÉRATURE »

Cette expérience nécessite l'utilisation d'une bougie, elle est donc réalisée par l'enseignant. On observera que la température n'augmente pas lorsqu'on chauffe de la glace et qu'elle commence à augmenter une fois les glaçons complètement fondus.

Cette expérience n'a pas pour objectif d'étudier le phénomène de changement d'état mais seulement de mettre en évidence que la chaleur apportée peut soit faire fondre les glaçons, soit faire augmenter la température²¹. Chaleur et température sont bien des concepts différents.

²⁰ Attention, les deux boîtes doivent être depuis un certain temps dans la classe (et pas sur un appui de fenêtre froid) afin d'avoir atteint la température de celle-ci.

²¹ Toutefois, « la fonte des glaçons » pourrait faire l'objet d'une séquence d'activités à part entière. Une telle séquence, « Le cahier d'expériences, enseigner les sciences au cycle 2 », peut être visionnée via le lien <https://www.reseau-canope.fr/bsd/index.aspx>

Matériel nécessaire :

- un plat contenant des glaçons en train de fondre légèrement (trois ou quatre glaçons + un peu d'eau de fonte des glaçons) ;
- un chauffe-plat ou une grille de microonde ;
- une bougie chauffe-plat ;
- un thermomètre à immersion.

L'enseignant présente aux élèves un plat en verre contenant quelques glaçons en train de fondre légèrement. Avant d'agir, il interpelle les élèves :

- *Quelle est, à votre avis, la température du mélange eau et glaçons ?*



Les avis sur la température de l'eau au départ seront certainement divergents. Il est important de ne pas rester au stade des simples prédictions « plus froid que 0 °C », ou « plus chaud que 0 °C », mais de les pousser à s'expliquer afin de faire exprimer les conceptions sous-jacentes.

I : Pourquoi dis-tu que la température sera plus petite que 0 °C ?

E1 : Ben parce qu'il y a beaucoup de glaçons et les glaçons, c'est froid, moins que 0 °C puisque c'est de l'eau gelée.

I : Qui n'est pas d'accord avec Donovan ?

E2 : Moi, je crois que c'est plus que 0 parce que sinon, ce serait tout gelé. Je crois que c'est au moins 5 degrés.

I : Pourquoi choisis-tu 5 °C ?

E2 : Parce que c'est assez plus que zéro mais ce n'est pas très chaud non plus.

Il s'agit bien sûr de mesurer la température du mélange et de la consigner. La température devrait avoisiner 0 °C (jusque 3 °C environ).

- *Je vais chauffer le plat en le plaçant au-dessus d'une bougie, que pensez-vous que va « faire » la température ?*

Il y a de fortes chances que la majorité des élèves pense que la température va augmenter.

I : Pourquoi penses-tu que la température va monter ?

E1 : Quand on chauffe ça devient chaud, donc il a plus de température et les glaçons fondent.

I : Tout le monde est d'accord avec Charlotte ? Qui n'est pas d'accord ?

L'enseignant désigne trois élèves pour l'assister dans la réalisation de l'expérience. Si possible, les autres élèves sont rassemblés autour de l'enseignant. En effet, lorsque des expériences sont réalisées par l'enseignant, il est important de veiller à impliquer au maximum les élèves et surtout de les encourager à s'interroger. L'expérience doit rester « l'affaire » des élèves et non servir de démonstration avec un enseignant détenteur du savoir.

Un élève est gardien du temps et donne le signal de la mesure (toutes les deux minutes par exemple).

Un élève est chargé de mesurer la température (bien mélanger le contenu à chaque fois).

Un élève note au tableau les relevés de température effectués.

Les autres élèves rassemblés (ou un seul si la situation de classe ne permet pas de rassembler tous les élèves) observent la fonte des glaçons et signalent lorsque ceux-ci sont complètement fondus.

Les mesures sont prises jusqu'à ce que la température augmente significativement après la fonte totale des glaçons (jusqu'à atteindre 20 ou 30°C par exemple). Les températures relevées peuvent être notées librement ou sur un support fourni par l'enseignant (voir proposition en annexe).

En petits groupes, **les élèves schématisent l'expérience réalisée**. Afin de bien repérer les deux moments (avant et après la fonte des glaçons), l'enseignant propose une fiche (voir annexe) :

Il reste de la glace	Toute la glace a fondu
Notre schéma 	Notre schéma 
Nos observations La température ne monte pas très vite mais on chauffe.	Nos observations La température monte beaucoup plus vite.
Nos explications Avec les glaçons la température reste froide parce que les glaçons sont froids. Con les glaçons fonde la bougie peut chauffer plus vite.	

À nouveau, un échange en groupe-classe doit permettre de construire **un écrit de synthèse** qui pourrait être formulé comme suit :

La bougie apporte de la chaleur au mélange eau et glace. La chaleur fait d'abord fondre la glace et la température n'augmente pas. Lorsque la glace a entièrement fondu, la chaleur fait monter la température.

2.5.2 LES TRANSFERTS DE CHALEUR

Dans les pistes de 3^e année, le transfert de chaleur est envisagé de façon qualitative : l'élève prend conscience que la chaleur se propage, elle « voyage ». En 5^e année, on peut aller plus loin et concevoir que la chaleur voyage de proche en proche et que la vitesse de transfert de chaleur dépend de la matière. Ceci sera une base solide pour assoir plus tard (au secondaire) les transferts de chaleur par agitation des molécules.

UNE EXPÉRIENCE VISUELLE

L'enseignant présente aux élèves un couteau sur lequel il a préalablement fixé deux petits morceaux de chocolat :

Comment fabriquer la « brochette » de chocolat ?

Les morceaux de chocolat doivent être de petite taille et ne pas se toucher, mais être assez proches (sinon, l'expérience risque de ne pas fonctionner). Afin de fixer les chocolats, chauffer le couteau, « coller » les chocolats sur la lame et attendre que cela refroidisse. On peut également tremper les bouts de chocolat dans du chocolat fondu pour servir de « colle ».

L'enseignant se propose de chauffer l'extrémité du couteau à l'aide d'une petite bougie chauffe-plat. Que va-t-il se passer ?



C'est encore l'occasion **d'échanger ses conceptions** en grand groupe après y avoir réfléchi individuellement (éventuellement par écrit). À cet âge, la majorité des élèves prévoira que le chocolat va fondre. Certains ne distingueront cependant pas les moments (le chocolat le plus proche sera fondu avant le chocolat le plus éloigné de la source de chaleur). C'est un signe que l'enfant ne conçoit pas le voyage de la chaleur de proche en proche dans le couteau. Ceux qui exprimeront des moments de fonte différents n'envisageront pas nécessairement le transfert de chaleur au sein du couteau mais pourraient assigner un rôle à l'air chaud autour de la flamme, voire à la flamme elle-même. Il est donc essentiel de les pousser à s'expliquer et à confronter leurs explications.

Après avoir réalisé l'expérience, les groupes d'élèves la schématisent et proposent une explication négociée en groupe.

	<p>Nos observations :</p> <p>Les bout de chocolat sont tombe un a un</p>
<p>Nos explications :</p> <p>La bougie chauffe le couteau petit a petit sur la longueur.</p>	

➤ *L'enseignant lance le débat en collectif :*

Peut-on expliquer ce qui s'est passé ?

Comment le chocolat a-t-il fondu ?

Pourquoi le chocolat le plus proche a-t-il fondu en premier ?

Quelle partie du chocolat a fondu ? (permettre aux élèves d'observer que seule la partie en contact avec le couteau a fondu et non la partie supérieure, indiquant que c'est bien la chaleur du couteau qui fait fondre le chocolat et non l'air chaud autour)

Ce dialogue devrait permettre de construire un **écrit de synthèse collectif** du type :

La chaleur de la bougie se transmet à la pointe du couteau. Ensuite, elle se transmet de plus en plus loin dans le couteau. La chaleur voyage de proche en proche.

UNE ACTIVITÉ COLLECTIVE POUR FAIRE DES LIENS

Le but de cette activité est de mettre en relation les découvertes faites auparavant : confirmer que certains matériaux paraissent plus chauds que d'autres alors que la température est la même ; expliquer ces différences de sensation de chaleur par des différences de vitesse de transferts de chaleur.

Matériel nécessaire :

matériaux divers : 'frigolite', laine de verre, liège, verre, métal, bois, carton, tissus, pierre, ardoise...

Les élèves sont disposés en cercle (idéalement, les yeux bandés). Faire passer de main en main les différents matériaux et demander aux élèves quelle sensation de chaleur ils ressentent pour chaque matériau.

Noter les différentes descriptions au tableau. Les expérimentations effectuées précédemment doivent permettre aux élèves de comprendre que ces matériaux sont tous à température ambiante²². Selon les matériaux, c'est la sensation de chaleur qui est différente.

La discussion en groupe-classe doit permettre de **construire une nouvelle synthèse** qui pourrait prendre la forme suivante :

Dans certains matériaux, la chaleur voyage (est conduite) rapidement de proche en proche : ce sont des conducteurs thermiques. Dans d'autres matériaux, la chaleur voyage lentement : ce sont des isolants thermiques. Au toucher, les conducteurs thermiques nous paraissent plus froids que les isolants.

²² L'idéal serait de vérifier la température de ces matériaux, mais mesurer la température de matériaux solides n'est pas chose aisée.

2.5.3 L'ISOLATION POUR GARDER CHAUD

Le point de départ : une illustration amusante



Que veut dire cette image amusante ?

Individuellement et par écrit, les élèves répondent à cette question.

Que veut dire cette image amusante ?

Une maison qui est malade.
Une maison qui a froid.

Que veut dire cette image amusante ?

Qui a pas beaucoup de chauffage dans
les maisons.

Engager une discussion avec les élèves autour de cette question de départ.

➤ *Voici quelques questions-guides pour aider l'enseignant à mener le débat :*

À quoi cela sert-il d'isoler nos maisons ?

Pourquoi consomme-t-on plus de mazout (ou d'électricité ou de bois...) si la maison n'est pas isolée ?

Qu'est-ce qu'on utilise comme matériau pour isoler nos maisons ?

Où place-t-on l'isolant ? Est-ce qu'on en met aussi sur le sol ? Pourquoi ?

Y a-t-il d'autres situations où on désire garder quelque chose de chaud ? (boissons, nourriture, corps) Utilise-t-on les mêmes matériaux ?

Il est important au cours de ce débat d'ouvrir la discussion vers d'autres situations dans lesquelles des matières isolantes sont utilisées afin que les élèves ne se centrent pas sur les seuls isolants employés dans le bâtiment.

Cette discussion doit permettre de **formuler la question scientifique** qui sera investiguée. L'épreuve a montré que beaucoup d'élèves éprouvent des difficultés à formuler une question scientifique qu'ils pourront investiguer. L'enseignant doit dès lors veiller à ce que la construction de la question soit collective et non imposée aux élèves.

Question d'investigation possible : Quels sont les matériaux qui permettent le mieux de garder chaud ?²³

Les élèves émettent des hypothèses et l'enseignant prend note du matériel proposé. La liste de matériel sera donc variable en fonction des apports du groupe-classe. Une hypothèse est une tentative explicative. Il est donc important que l'enseignant fasse expliciter les choix aux élèves.

I : Pourquoi proposes-tu le carton ?
E1 : Quand on achète une pizza, elle est dans un carton. Quand je rentre à la maison, elle est toujours un peu chaude.
...
I : Pourquoi penses-tu que le charbon isole ?
E2 : Ben le charbon, avant on l'utilisait pour chauffer les maisons.
I : En effet, avant on utilisait le charbon pour chauffer les maisons. Comment faisait-on pour que le charbon chauffe la maison ?
E2 : On le mettait dans un poêle.
I : C'est tout ?
E2 : Ben ça brûlait.
I : Tu as raison, on faisait brûler le charbon et alors cela chauffait la maison. Est-ce que notre question est « quels matériaux dégagent de la chaleur en brûlant » ?
E2 : Ben non.
I : Quelle est la question que nous nous posons ? Qui peut aider Mathéo ? Qui peut reformuler notre question avec des autres mots pour que Mathéo la comprenne mieux ?
E3 : On cherche quelles sont les matières qui font que ça reste chaud, par exemple que la pizza reste chaude et ne devient pas froide.
I : Oui. Quelqu'un d'autre peut reformuler autrement encore ?
E4 : Quels matériaux empêchent la chaleur de sortir de la maison ?

²³ Il est possible que les élèves introduisent la notion d'épaisseur de la couche isolante. On doit alors distinguer deux questions scientifiques : Quelle matière isole le mieux du chaud ? Une couche épaisse de matériau isole-t-elle mieux qu'une couche mince ? Ces deux questions ont toutes les deux une grande pertinence mais ne doivent pas être investiguées en même temps. Une seconde expérience pourrait être reproduite en utilisant des épaisseurs variables d'un même isolant.

E5 : On veut savoir c'est quoi les isolants.

I : Mathéo, quand tu entends ces questions, est-ce que tu penses que le charbon était utilisé pour empêcher la chaleur de sortir de la maison ?

E2 (Mathéo) : Non mais le charbon, il fait de la chaleur.

Cette rigueur de questionnement est essentielle, c'est cette approche qui permet à l'enseignant de saisir les conceptions initiales des élèves et de repérer un élève qui confond « conservation » et « production » de chaleur comme dans l'exemple ci-dessus. Cela permet aussi d'éviter que des élèves citent des matériaux en tout genre dans le seul but d'allonger la liste sans réfléchir à la question scientifique en jeu. Expliciter son choix, c'est **apprendre à émettre de réelles hypothèses** et apprendre à se centrer sur l'objet d'étude.

Voici, à titre indicatif, une liste de matériaux qu'il est possible d'exploiter en classe (il ne faut absolument pas envisager de les tester tous) :

<ul style="list-style-type: none">- papier journal- aluminium- essuies et torchons (ou autres tissus)- laine (pulls, ...)- cartons d'œufs- polystyrène ('frigolite')- film alimentaire- papier-bulle- ouate- papier essuie-tout- paille- ...	
---	---

D'un point de vue pratique, il est préférable de définir ensemble ce que l'on veut conserver chaud. Le plus facile, en classe, est un récipient (un bocal à confiture ou encore une barquette de lasagne avec son couvercle) rempli d'eau chaude.

Il faut également sélectionner quelques matériaux que l'on pourra tester en classe. Chaque groupe testera un matériau différent. On peut aussi envisager qu'un même matériau serait testé par deux groupes afin d'éveiller les élèves à la notion de la reproductibilité des résultats en sciences.

Par groupes de trois ou quatre, **les élèves conçoivent un dispositif d'expérience**. Les dispositifs peuvent être construits librement ou au départ d'une fiche (telle que celle proposée en annexe). Il s'agira au niveau de chaque groupe de préciser la question scientifique qu'ils investiguent, par exemple : « Le carton permet-il de

garder chaud plus longtemps un récipient d'eau chaude ? », « La laine isole-t-elle pour garder chaud ? »...

Les dispositifs expérimentaux des groupes sont affichés. En groupe-classe, on compare et on discute afin d'échanger les idées et de s'assurer que chaque dispositif est utilisable. L'enseignant mène le débat afin d'orienter la réflexion.

➤ *Questions-guides²⁴ relatives au dispositif de départ*

Prévoit-on un récipient témoin, c'est-à-dire un récipient non isolé ?

Prévoit-on deux récipients identiques, de même taille ?

Prévoit-on de recouvrir la totalité du récipient (couvercle compris) ? Pourquoi les résultats seront-ils faussés si on laisse des parties non isolées ?

Prévoit-on de conserver le couvercle et non de laisser le récipient ouvert ? (même ordre d'idée que la question précédente)

Quelle température aura l'eau chaude au départ ? Est-ce important de la définir ?

Prévoit-on bien une même température de départ et un même volume d'eau pour le récipient témoin et pour le récipient isolé ?

➤ *Questions-guides relatives aux prises de mesure*

Prévoit-on de mesurer la température à l'aide d'un thermomètre ? Prévoit-on de percer le couvercle du récipient pour introduire le thermomètre ?

Prévoit-on de mesurer la température plusieurs fois, à intervalles réguliers ? Quel intervalle de temps ? Afin de pouvoir comparer plus facilement les résultats des différents groupes, il est important de définir un intervalle de temps identiques pour tous les groupes : trois minutes est un intervalle qui donne le temps aux élèves d'agir.

Comment les différents groupes ont-ils prévu de mesurer le temps ?

Jusqu'à quelle température va-t-on continuer à mesurer ?

Va-t-on laisser le thermomètre dans un bocal entre deux mesures ou le retirer ?

Si les élèves n'ont jamais utilisé un thermomètre à immersion en autonomie, il est bon de réfléchir ensemble à son utilisation correcte avant l'expérience.

²⁴ Ces questions ne doivent pas être posées telles quelles mais reformulées afin qu'elles fassent sens chez les élèves. Par exemple, au départ du dispositif d'un groupe qui ne prévoit pas de témoin :

I : Comment allez-vous savoir si le papier journal isole ou pas ?

E : On va voir la température et si elle diminue, c'est que ça n'isole pas.

I : Donc si le papier journal isole, l'eau restera tout le temps à 60°C, même jusque demain ?

E : Non, mais ça diminuera moins vite.

I : Moins vite que quoi ?

E : Moins vite que s'il n'y en avait pas.

I : Comment le saurez-vous ?...

laisser le thermomètre dans le liquide pour lire la mesure (et non le retirer du liquide à portée des yeux) ;
placer les yeux au niveau de l'alcool dans le thermomètre sinon on fausse la lecture ;
attendre que l'alcool se stabilise pour lire la température ;
manipuler le thermomètre avec précaution, c'est un outil fragile, et le remettre dans sa housse en fin d'utilisation.

Ces propos relatifs à l'utilisation du thermomètre ont leur importance. Ils ont leur place au cahier de sciences au même titre que les synthèses sur les concepts scientifiques.

LES ÉLÈVES RÉALISENT LEUR EXPÉRIENCE

Matériel nécessaire par groupe :
deux récipients identiques ;
de l'eau chaude (environ 50°C) ;
deux thermomètres analogiques ;
le matériau à tester ;
de quoi fixer le matériau (papier collant par exemple)
une montre, un chronomètre ou l'horloge murale de la classe.

Si les élèves n'ont pas l'habitude de faire des expériences quantitatives en petits groupes, il est utile de construire ensemble quelques consignes de travail pour les aider à répartir les rôles dans le groupe :

Qui sera le gardien du temps ?
Qui va mesurer la température ?
Qui va consigner les résultats ?
Qui sera le rapporteur du groupe ?

Si les élèves n'ont jamais travaillé de la sorte, l'enseignant peut davantage cadrer le travail et par exemple gérer lui-même les intervalles de prises de mesure. Les différents groupes démarreront l'expérience tous en même temps et c'est l'enseignant qui donnera le signal de relevé de température.

Les élèves peuvent être laissés autonomes pour décider de la façon de consigner leurs résultats. Certains construiront d'emblée un tableau avec ou sans marges, d'autres organiseront leurs données en lignes uniquement. Ce sera ensuite une belle occasion de réfléchir ensemble aux caractéristiques de chaque présentation et à l'efficacité de la présentation en tableau. Cependant, si beaucoup d'attitudes scientifiques sont à mettre en place pour la première fois, l'enseignant pourra

préférer fournir le tableau à compléter (mais veillera à laisser l'autonomie aux élèves à une nouvelle occasion²⁵).



Le témoin



Le papier-mousse. Il faut noter que les élèves n'ont pas recouvert le couvercle

Groupe 1 :		
$G = 59^{\circ} = 56^{\circ} = 53^{\circ} = 51^{\circ}$ $P = 59^{\circ} = 56^{\circ} = 53^{\circ} = 50^{\circ} = 48^{\circ} = 46^{\circ}$		
Groupe 2 :		
$60^{\circ} \ 55^{\circ} \ 53^{\circ} \ 50^{\circ} \ 48^{\circ} \ 46^{\circ}$ $60^{\circ} \ 51^{\circ} \ 48^{\circ} \ 42^{\circ} \ 33^{\circ} \ 36^{\circ}$		
Groupe 3 :		
	carton	non carton
14h 30	60°	58°
14h 35	55°	52°
14h 40	52°	48°
14h 45	49°	44°
14h 50	48°	41°
14h 55	45°	39°
15h 00		
15h 05		

Après avoir noté les résultats, chaque groupe doit encore les analyser et tirer des conclusions pour répondre à sa propre question d'investigation.

²⁵ Voir Les activités scientifiques en classe de 5^e et 6^e années primaires, chapitre 4

Par exemple :

- « Avec le carton, l'eau refroidit moins vite que sans le carton. » = analyse des résultats.
- « Le carton permet de garder chaud. Il est un peu isolant. » = conclusion de l'expérience de groupe (en réponse à leur question).

Fiche de groupe : nos résultats d'expérience « Garder chaud »

La question scientifique que nous testons :
Est-ce que l'eau garde bien chaude l'eau chaude

Nos mesures de température :

Température du départ =	63	63
1. premier relevé =	61	60
2. deuxième relevé =	58	58
3. troisième relevé =	55	56
4. quatrième relevé =	52	52
5. cinquième relevé =	50	51
Température final =	50	51

Ce que nous constatons
C'est un tout petit peu plus chaud.

Nos conclusions (notre réponse à notre question scientifique) :
Encore chaud mais c'est presque la même chose.

- Mise en commun

Il faudra ensuite réfléchir à la meilleure présentation pour mettre en commun les résultats des différents groupes. Un tableau de données serait l'idéal mais il faut gérer les résultats des différents témoins : chaque groupe a des résultats pour le témoin ! Sont-ils identiques ou y a-t-il des différences ? Que va-t-on faire : prendre les résultats d'un seul groupe, prendre les résultats pour tous les groupes, faire une moyenne entre les résultats de tous les groupes ?

À titre illustratif, voici un extrait du tableau de résultats construit dans une classe :

Nom du MATÉRIAU	Relevé (toutes les 3 minutes)					
	E de départ	1 ^{re}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}
laine	61°C	58°C	54°C	51°C	48°C	45°C
carton	61°C	58°C	55°C	52°C	49°C	47°C
laine	61°C	59°C	55°C	53°C	50°C	48°C
papier-moussé	61°C	60°C	56°C	53°C	50°C	47°C
frigolite	61°C	60°C	58°C	55°C	52°C	50°C
ouate	61°C	59°C	55°C	54°C	50°C	48°C

L'exploitation des résultats peut prendre plusieurs directions selon les résultats obtenus et les élèves :

On peut par exemple profiter de ce genre de résultats pour construire un (premier) graphique cartésien au moyen d'une succession de thermomètres (voir annexe).

On peut être amené à se questionner sur des résultats aberrants qu'un groupe aurait obtenu (par exemple, la température plus élevée à la 3^e mesure qu'à la 2^e) et s'interroger sur la nécessité de reproduire des expériences.

On peut se questionner sur la comparabilité des résultats. Tous les groupes ont-ils bien utilisé des récipients identiques ? Les thermomètres mesuraient-ils la même température ? (les thermomètres digitaux bon marché sont en effet peu précis...)

Si les conditions de comparabilité sont rencontrées, c'est alors le moment de **tirer des conclusions** et de tenter de répondre à la question d'investigation.

Parmi les matériaux testés, ceux qui conservent le mieux la chaleur sont pointés. On peut également noter que d'autres matériaux qui agissent moins bien, ont cependant également un pouvoir isolant.

La construction de la synthèse peut alors aller un pas plus loin. Le lien avec la synthèse précédente peut être fait.

Suivant les matériaux testés et les résultats de l'expérience, la **synthèse** sera différente mais elle devrait permettre de mettre en avant les éléments suivants :

Certains matériaux permettent de mieux garder chaud que d'autres, ce sont des isolants.

Un isolant garde chaud parce que la chaleur y voyage assez lentement.

Plus la chaleur voyage lentement dans le matériau, plus il permet de garder chaud, plus il est isolant.

2.5.4 L'ISOLATION POUR GARDER FROID

Des slogans comme point de départ :

***Si votre maison craint le froid et le chaud, faites le plein d'isolation !
Trop chaud l'été, trop froid l'hiver, isolez en quelques heures !***

En groupe-classe, les élèves discutent, guidés par l'enseignant :

Un isolant fonctionne-t-il pour garder froid ?

Quand veut-on garder notre maison froide²⁶ ?

Dans quelles situations veut-on conserver quelque chose de froid ?

Que fait-on pour cela ?

Quels matériaux permettent de conserver quelque chose de froid ? Sont-ce les mêmes que pour conserver chaud ?

Ce questionnement devrait déstabiliser les enfants qui ne pensent à l'isolation qu'en termes de conservation de la chaleur. D'autres conçoivent qu'il s'agit de matériaux différents pour isoler du chaud et isoler du froid.

Un moment d'échange en grand groupe est, comme chaque fois, important pour permettre de faire émerger les conceptions et faire naître le questionnement.

Il s'agira de formuler **la nouvelle question d'investigation** :

Quels matériaux permettent de garder froid ? Un matériau qui garde chaud, garde-t-il froid ?

²⁶ On peut encore engager la discussion sur la nature relative de chaud et de froid. En hiver, nous voulons garder notre maison chaude, c'est quelle température environ ? Et en été, nous voulons garder notre maison froide, c'est quelle température environ ? Une discussion autour de ces questions permet de se rendre compte que c'est en comparaison avec la température extérieure que nous envisageons la maison chaude ou la maison froide.

Les groupes d'élèves répètent le dispositif précédent ou l'améliorent au besoin en s'inspirant de ce qui a été fait par les autres équipes ou lors du travail collectif. Cette fois, il s'agira d'utiliser un récipient rempli d'eau très froide au départ (à température de frigo).

Les résultats devraient mettre en évidence que les matériaux qui permettent de garder chaud plus longtemps, permettent aussi de garder froid plus longtemps.

La **construction de la synthèse finale** pourra prendre une forme proche de la suivante :

*Un matériau isolant est un matériau dans lequel la chaleur voyage lentement.
 Un isolant freine le voyage de proche en proche, le « transfert » de la chaleur.
 Un isolant garde chaud et garde froid.
 Un isolant, c'est une sorte de barrière entre une zone plus chaude et une zone plus froide.
 Certains matériaux sont de meilleurs isolants que d'autres : les métaux sont de mauvais isolants, ils conduisent la chaleur. Les tissus, la laine, la 'frigolite'²⁷ sont de bons isolants, ils conduisent mal la chaleur.*

	<p style="text-align: center;">Explications</p> <p>① Reconnaître les matériaux de matériaux différents pour isoler. ② Mesurer de l'eau de température identique dans tous les récipients. ③ Prendre la température à intervalles réguliers, au même moment dans toutes les boîtes.</p>
<p style="text-align: center;">Nos observations</p> <p>Certains matériaux (comme la frigolite) gardent mieux la température constante dans les récipients. Ça ne refroidit pas trop vite l'eau chaude de départ; ça ne réchauffe pas trop vite l'eau froide.</p>	<p style="text-align: center;">Nos conclusions</p> <p>La frigolite parmi les matériaux testés, est le meilleur isolant. Un même Matériau permet autant de garder "la chaleur à l'intérieur" que "la chaleur à l'extérieur" (dans plus froid à l'intérieur).</p>
J'ai compris - Je retiens	
<p>Un conducteur thermique, c'est : une matière qui permet à la chaleur de circuler plus vite (ex. : les métaux).</p>	
<p>Un isolant, c'est : une matière qui ralentit la circulation de la chaleur. Il freine le passage de la chaleur d'une zone chaude vers une zone froide.</p>	
<p>On peut classer les matériaux testés du meilleur au moins bon isolant :</p>	
<p>On isole les maisons pour : garder une température constante à l'intérieur ; empêcher la chaleur de partir en hiver ; l'empêcher d'entrer en été.</p>	

²⁷ Suivant les matériaux testés

Retour sur la situation de départ et réinvestissement dans la vie quotidienne :

Réinvestir dans d'autres situations : la 'frigo' est utilisée pour conserver des aliments chauds mais aussi des aliments froids, un thermos permet de conserver une soupe chaude mais aussi de l'eau froide...

2.5.5 PROLONGEMENT POSSIBLE : L'AIR COMME ISOLANT

Points de départ possibles :

Double vitrage

Quantité de couches pour se protéger du froid

Animaux à fourrure : fourrure qui emprisonne l'air

Seau isotherme

2.6 BIBLIOGRAPHIE

Schneeberger, P., & Verin, A. (2009). *Développer des pratiques d'oral et d'écrit en sciences*. P. 61-71. Paris : INRP.

Giot, B., Demonty, I. & Quittre, V. (2009). Les activités scientifiques en classe de 5^e et 6^e années primaires. AGERS : Service Général du pilotage du système éducatif.

Graftiaux M.-C. & Poffé, C. (2015). Chaud... froid..., à tous les degrés ! Asbl Hypothèse.

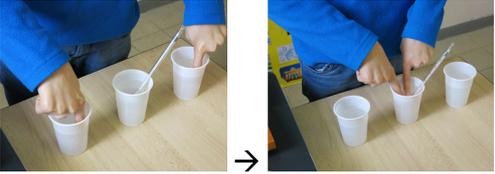
Daro S., Oliveri, S. & Villeval C. (2008). Une brique dans le cartable. Asbl Hypothèse.

Site banque de séquences didactiques :

<https://www.reseau-canope.fr/bsd/index.aspx>

2.7 ANNEXES

Expérimentation 1 : les trois gobelets

	Ce que j'ai ressenti :
Comment je l'explique :	

Expérimentation 2 : les deux boîtes

	Nos observations :
Nos explications :	

Expérimentation 3 : la fonte des glaçons

À l'aide d'une bougie, nous avons chauffé un mélange d'eau et de glace.

Il reste de la glace	Toute la glace a fondu
Notre schéma	Notre schéma
Nos observations	Nos observations
Nos explications	

Expérimentation 4 : le chocolat

	Nos observations :
Nos explications :	

Fiche de groupe : concevoir une expérience

La question scientifique que notre groupe va tester :

Notre hypothèse (ce que nous pensons et que nous allons tenter de vérifier) :

Le schéma de notre expérience :

Comment nous allons procéder :

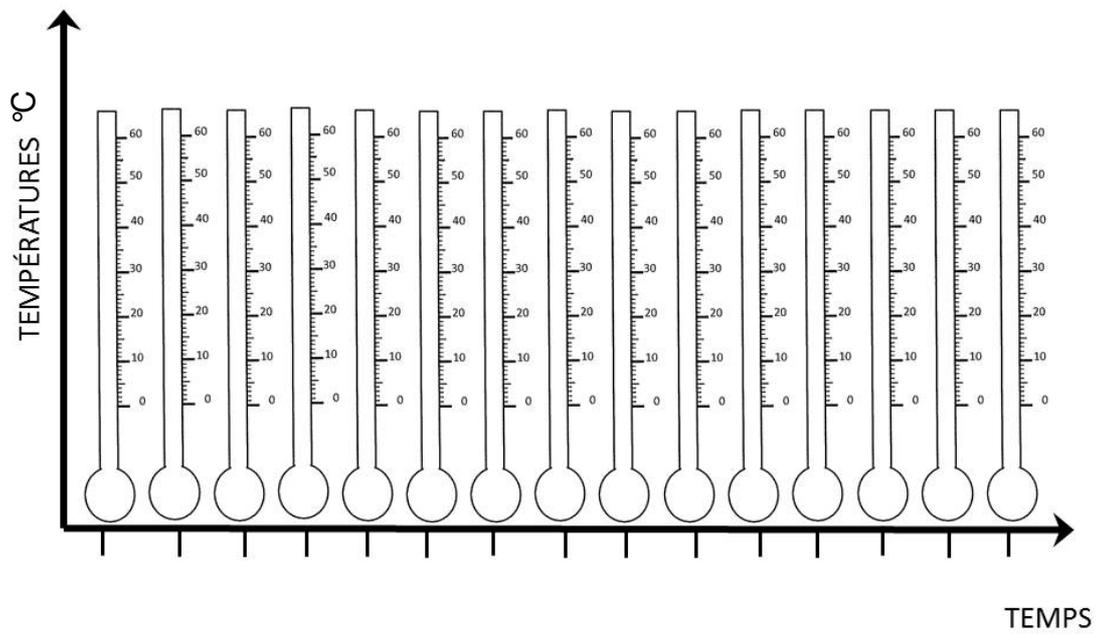
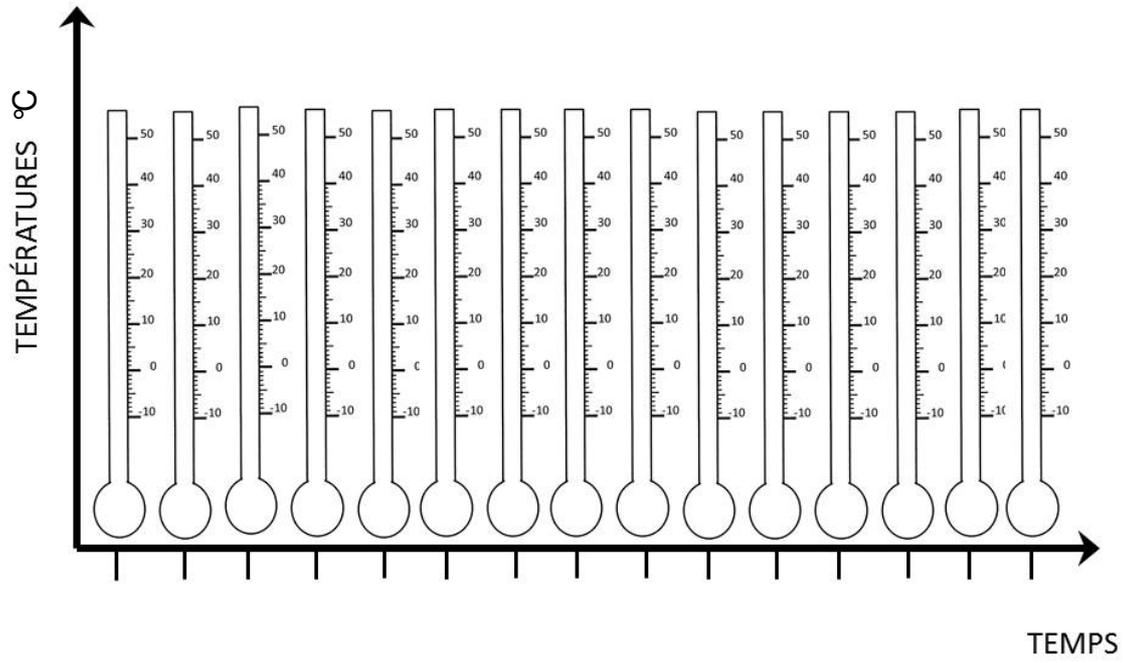
Fiche de groupe : nos résultats d'expérience « Garder chaud »

La question scientifique que nous testons :

Nos mesures de température :

Ce que nous constatons :

Nos conclusions (notre réponse à notre question scientifique) :



PS

Fédération Wallonie-Bruxelles / Ministère
Administration générale de l'Enseignement
Service général du Pilotage du Système éducatif
Boulevard du Jardin Botanique, 20-22 – 1000 BRUXELLES
www.fw-b.be – 0800 20 000
Impression : Desmet-Laire - contact@desmetlaire.be
Graphisme : nicolas.betrand@cfwb.be
Juin 2016

Le Médiateur de la Wallonie et de la Fédération Wallonie-Bruxelles
Rue Lucien Namèche, 54 – 5000 NAMUR
0800 19 199
courrier@mediateurcf.be
Éditeur responsable : Jean-Pierre HUBIN, Administrateur général
La « Fédération Wallonie-Bruxelles » est l'appellation désignant usuellement la « Communauté française »
visée à l'article 2 de la Constitution