



ÉVALUATION EXTERNE NON CERTIFICATIVE 2018
ÉVEIL – INITIATION SCIENTIFIQUE

PISTES DIDACTIQUES

5^e ANNÉE DE L'ENSEIGNEMENT PRIMAIRE

BIOLOGIE
CHIMIE PHYSIQUE
SCIENCE
CORPS HUMAIN PUR
BIOLOGIE
ÉVAPORATION EXPERIENCE
CHIMIE PHYSIQUE
AIR INTESTIN CŒUR ALVÉOLE
MELANGE CORPS PUR
NERVEUX NUTRIMENT DIOXYDE
EXPERIENCE LABORATOIRE
SOLUBILITE EBULLITION DROGÈNE
VEINE ARTERE CESOPHAGE
MUSCLE ALIMENTS SCIENCES CHIMIE PHYSIQUE CORPS HUMAIN BIOLOGIE MELANGE CORPS PUR CHLOROFORME DECANTATION
CARBONE ORGANES DIGESTION HOMOGENE HETEROGENE
ÉVAPORATION EXPERIENCE LABORATOIRE CIRCULATION POUMON SANG AIR INTESTIN CŒUR ALVÉOLE CAPILLAIRE VEINE ARTERE
ETHANOL DIAPHRAGME SOUELETTE DEMARCHE SCIENTIFIQUE DECHET MUSCLE ALIMENTS SCIENCES BIOLOGIE CHIMIE PHYSIQUE
CESOPHAGE LIQUIDE SOLIDE GAZ SYSTEME NERVEUX NUTRIMENT DIOXYDE OXYGENE CARBONE ORGANES DIGESTION HOMOGENE HETEROGENE
HÉTÉROGENE MASSE SOLUBILITE EBULLITION HYDROGENE CARBONIQUE ETHANOL DIAPHRAGME SOUELETTE DEMARCHE SCIENTIFIQUE
DECHET MUSCLE ALIMENTS SCIENCES BIOLOGIE CHIMIE PHYSIQUE CORPS HUMAIN MELANGE CORPS PUR CHLOROFORME
NUTRIMENT DIOXYDE OXYGENE CARBONE ORGANES DIGESTION HOMOGENE HETEROGENE
DÉCANTATION ÉVAPORATION EXPERIENCE LABORATOIRE CIRCULATION POUMON SANG AIR INTESTIN CŒUR ALVÉOLE CAPILLAIRE VEINE ARTERE
SOLUBILITE EBULLITION HYDROGENE CARBONIQUE ETHANOL DIAPHRAGME SOUELETTE DEMARCHE SCIENTIFIQUE
ARTERE CESOPHAGE LIQUIDE SOLIDE GAZ SYSTEME NERVEUX NUTRIMENT DIOXYDE OXYGENE CARBONE ORGANES DIGESTION HOMOGENE HETEROGENE
DECHET MUSCLE ALIMENTS SCIENCES BIOLOGIE CHIMIE PHYSIQUE CORPS HUMAIN MELANGE CORPS PUR CHLOROFORME
HÉTÉROGENE MASSE SOLUBILITE EBULLITION HYDROGENE CARBONIQUE ETHANOL DIAPHRAGME SOUELETTE DEMARCHE SCIENTIFIQUE
DÉCANTATION ÉVAPORATION EXPERIENCE LABORATOIRE CIRCULATION POUMON SANG AIR INTESTIN CŒUR ALVÉOLE CAPILLAIRE VEINE ARTERE
DECHET MUSCLE ALIMENTS SCIENCES BIOLOGIE CHIMIE PHYSIQUE CORPS HUMAIN MELANGE CORPS PUR CHLOROFORME
CAPILLAIRE VEINE ARTERE CESOPHAGE LIQUIDE SOLIDE GAZ SYSTEME NERVEUX NUTRIMENT DIOXYDE OXYGENE CARBONE ORGANES DIGESTION HOMOGENE HETEROGENE
DÉCANTATION ÉVAPORATION EXPERIENCE LABORATOIRE CIRCULATION POUMON SANG AIR INTESTIN CŒUR ALVÉOLE CAPILLAIRE VEINE ARTERE
ORGANES DIGESTION HOMOGENE HETEROGENE MASSE SOLUBILITE EBULLITION HYDROGENE CARBONIQUE ETHANOL DIAPHRAGME SOUELETTE
SQUELETTE
DECHET MUSCLE ALIMENTS SCIENCES BIOLOGIE CHIMIE PHYSIQUE CORPS HUMAIN
MELANGE CORPS PUR CHLOROFORME DECANTATION
NUTRIMENT DIOXYDE OXYGENE CARBONE ORGANES DIGESTION HOMOGENE HETEROGENE
PHYSIQUE CORPS HUMAIN

SOMMAIRE

INTRODUCTION	7
1. L'ÉLECTRICITÉ	9
1.1. CONSTATS ISSUS DE L'ÉPREUVE	10
1.2. INTENTIONS ET COMMENTAIRES	13
Activité 1 – Émission d'hypothèses sur le fonctionnement d'un jeu de type « Électro »	19
Activité 2 – Découverte de la notion de circuits électriques	21
Activité 3 – Bons et mauvais conducteurs d'électricité	28
Activité 4 – Transfert : comment fonctionne le jeu d'adresse ?	32
Activité 5 – Fabriquer un interrupteur	34
Activité 6 – Schématiser des circuits électriques	39
Activité 7 – Retour à l'énigme de départ : fabrication du jeu de type « Électro »	45
2. L'ÉVAPORATION	51
2.1. CONSTATS ISSUS DE L'ÉPREUVE	52
2.2. INTENTIONS ET COMMENTAIRES	55
Activité 1 – Des expériences pour identifier les facteurs qui favorisent l'évaporation	56
Activité 2 – Évaporation, condensation et cycle de l'eau	64
3. RESSOURCES	69



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 de l'enseignement primaire en éveil – initiation scientifique :

Amélie COCINAS GARCIA, enseignante ;

Françoise CRÉPIN, chercheuse au Service d'analyse des Systèmes et Pratiques d'enseignement de l'Université de Liège ;

Marie-Thérèse DESNOUCK, inspectrice ;

Sophie GRACZ, inspectrice ;

Nicolas HEUCHAMPS, inspecteur ;

Kathleen JACQMIN, inspectrice ;

Isabelle LEFÈVRE, enseignante ;

Sylvie LUYPART, enseignante ;

Marie-Germaine MAPESSA, conseillère pédagogique ;

Marie-Noëlle MEERSSEMAN, chargée de mission à la Direction des Standards éducatifs et des Évaluations ;

Michel ZONDAG, conseiller pédagogique ;

Christophe VANDERWECKENE, conseiller pédagogique.

CARBONE ORGANE DIGESTION HOMOGÈNE HÉTÉROGÈNE MASSE SOLUBILITÉ ÉBULLITION HYDROGÈNE CARBONIQUE
ÉTHANOL DIAPHRAGME SQUELETTE DÉMARCHE SCIENTIFIQUE DÉCHET MUSCLE ALIMENTS SCIENCES BIOLOGIE CHIMIE
PHYSIQUE CORPS HUMAIN MÉLANGE CORPS PUR CHLOROFORME DÉCANTATION ÉVAPORATION EXPÉRIENCE LABORATOIRE
CIRCULATION POUMON SANG AIR INTESTIN CŒUR ALVÉOLE CAPILLAIRE VEINE ARTÈRE ŒSOPHAGE LIQUIDE SOLIDE
SYSTÈME NERVEUX NUTRIMENT DIOXYDE OXYGÈNE CARBONE ORGANE DIGESTION HOMOGÈNE HÉTÉROGÈNE MASSE
SOLUBILITÉ ÉBULLITION HYDROGÈNE CARBONIQUE ÉTHANOL DIAPHRAGME SQUELETTE DÉMARCHE SCIENTIFIQUE
DÉCHET MUSCLE ALIMENTS SCIENCES BIOLOGIE CHIMIE PHYSIQUE CORPS HUMAIN MÉLANGE CORPS PUR CHLOROFORME
DÉCANTATION ÉVAPORATION EXPÉRIENCE LABORATOIRE CIRCULATION POUMON SANG AIR INTESTIN CŒUR ALVÉOLE
CAPILLAIRE VEINE ARTÈRE ŒSOPHAGE LIQUIDE SOLIDE GAZ SYSTÈME NERVEUX NUTRIMENT DIOXYDE OXYGÈNE CARBONE
ORGANE DIGESTION HOMOGÈNE HÉTÉROGÈNE MASSE SOLUBILITÉ ÉBULLITION HYDROGÈNE CARBONIQUE ÉTHANOL
SQUELETTE

DÉCHET MUSCLE

BIOLOGIE CHIMIE

PHYSIQUE CORPS HUMAIN

INTRODUCTION

Ce document fait suite aux résultats de l'évaluation externe en éveil – initiation scientifique administrée en octobre 2018 dans les classes de 5^e primaire. Cette évaluation à visée diagnostique et formative avait pour objectif d'établir un bilan précis de l'acquisition de certaines compétences et de déceler celles qui sont moins bien maîtrisées et qui devraient faire l'objet d'une attention particulière.

L'investigation scientifique était au centre de l'épreuve. Les savoir-faire évalués correspondent effectivement à différentes étapes de la démarche d'investigation scientifique et en particulier la démarche expérimentale :

- faire émerger une énigme à résoudre (formuler des questions) ;
- concevoir un dispositif scientifique pour explorer la question ;
- identifier la variable à « manipuler » et celles à contrôler ;
- récolter et organiser les informations (les données) ;
- analyser et interpréter les données pour tirer des conclusions.

C'est sur la base des constats détaillés dans le document *Résultats et commentaires*¹ que le présent recueil de pistes didactiques a été élaboré. Il s'adresse aux enseignants et aux élèves de 4^e, 5^e et 6^e années primaires. Y sont proposées des activités concrètes et des ressources didactiques dans les domaines précis qui ont été pointés comme posant problème à de nombreux élèves.

Les principales difficultés des élèves peuvent être synthétisées comme suit.

Parmi les questions qui ont posé problème aux élèves, on trouve celles qui visent la compétence *Rencontrer et appréhender une réalité complexe*, en particulier lorsqu'il s'agit de *faire émerger une énigme à résoudre*, par exemple, identifier l'hypothèse que l'on cherche à vérifier par une expérience présentée.

Les élèves sont également massivement mis en difficulté lorsque l'on aborde les notions de variables à manipuler en lien avec la question posée et de contrôle des autres variables lors d'une expérimentation scientifique.

Une expérimentation scientifique vise à tester une hypothèse. Il faut donc pouvoir interpréter les données récoltées pour tirer une conclusion. Ce savoir-faire en construction est peu maîtrisé : de nombreux élèves éprouvent des difficultés pour s'interroger à propos des résultats d'une recherche et construire de nouvelles connaissances.

¹ Disponible sur <http://www.enseignement.be/index.php?page=25162&navi=2024>

Assez logiquement, ces pistes didactiques réservent, elles aussi, une place centrale aux démarches d'investigations scientifiques.

Les principaux constats brièvement rappelés ci-dessus conduisent à envisager des propositions de travail qui participeront à clarifier progressivement la logique suivante.

- Les activités viseront à aider l'élève à formuler une question scientifique qui pourra ensuite être investiguée, tout en étant attentif au fait qu'une hypothèse scientifique n'est pas une opinion, elle doit être objectivable pour pouvoir être testée (par exemple, la beauté n'est pas objectivable, la taille l'est).
- Une fois la question scientifique posée, il faut concevoir un dispositif scientifique pour explorer cette question. Plusieurs éléments sont à prendre en considération pour concevoir une expérience :
 - identification de la variable à « manipuler » en lien avec la question posée, contrôle des autres variables. Pour vérifier une hypothèse à l'aide d'une expérimentation, on ne peut faire varier qu'un facteur à la fois. À défaut, il sera impossible de savoir à quelle variable il faut attribuer le résultat de l'expérience.
 - reproductibilité de l'expérience et de ses résultats. Les élèves doivent prendre conscience qu'en sciences, un résultat unique n'autorise pas à tirer des conclusions. L'expérience doit être reproduite dans des conditions identiques.
- Dans certaines situations, investiguer exige de rechercher de l'information dans des documents. Mais il ne suffit pas de disposer de l'information, il faut encore l'extraire, l'interpréter et la mettre en relation avec la question explorée.
- Une fois la question scientifique posée, l'expérimentation conçue et réalisée, les données récoltées, il faut exploiter ces données pour tirer des conclusions. Pour tirer une conclusion d'une expérience, il faut avant tout se baser sur les faits, sur les données récoltées et organisées sous une forme qui favorise la compréhension et la communication. Parfois, il faut ensuite réinvestir les résultats observés en faisant le lien avec la réalité.

Ces démarches, que l'on peut qualifier de transversales, seront travaillées en prenant comme porte d'entrée les thématiques de l'électricité et de l'évaporation.

Chaque thématique traitée dans ce recueil de pistes est présentée selon la structure suivante :

- un bref retour sur les principaux constats issus de l'épreuve, éclairés par une analyse des difficultés récurrentes des élèves ;
- un bref éclairage théorique portant sur les différents concepts utilisés (intentions et commentaires) ;
- des propositions d'activités et des indications sur la (les) façon(s) de les exploiter en classe.

Il faut souligner qu'il est primordial que l'enseignant teste toutes les expériences avant que les élèves les réalisent en classe.

Enfin, on se doit de rappeler que les ressources proposées dans les pistes didactiques liées à l'évaluation de 2015 restent d'actualité ². Les difficultés actuelles des élèves ne sont pas fondamentalement différentes de celles constatées précédemment. En particulier, les enseignants souhaitant travailler avec leurs élèves les démarches d'investigation scientifique sur des thématiques telles que la chaleur, les transferts de chaleur et l'isolation sont invités à se référer aux pistes de 2015. Une vaste section, présentant des activités simples à mettre en place, y était effectivement consacrée aux pages 43 à 78.

1

L'ÉLECTRICITÉ

Les *Socles de compétences* précisent quatre savoirs dans le domaine de l'électricité à travailler au cours de l'étape 2. Deux sont à certifier au terme de l'étape : le circuit électrique simple et les bons et mauvais conducteurs. Les deux autres sont en construction, ils sont à travailler et ne seront à certifier qu'à la fin de l'étape suivante : concevoir l'électricité comme le résultat d'une transformation d'énergie et la transformation de l'énergie électrique en d'autres formes d'énergie.

	I	II	III
L'électricité est le résultat d'une transformation d'énergie.		↗	C
Transformation de l'énergie électrique en d'autres formes d'énergie.	↗	↗	C
Le circuit électrique simple.	↗	C	E
Bons et mauvais conducteurs.	↗	C	E

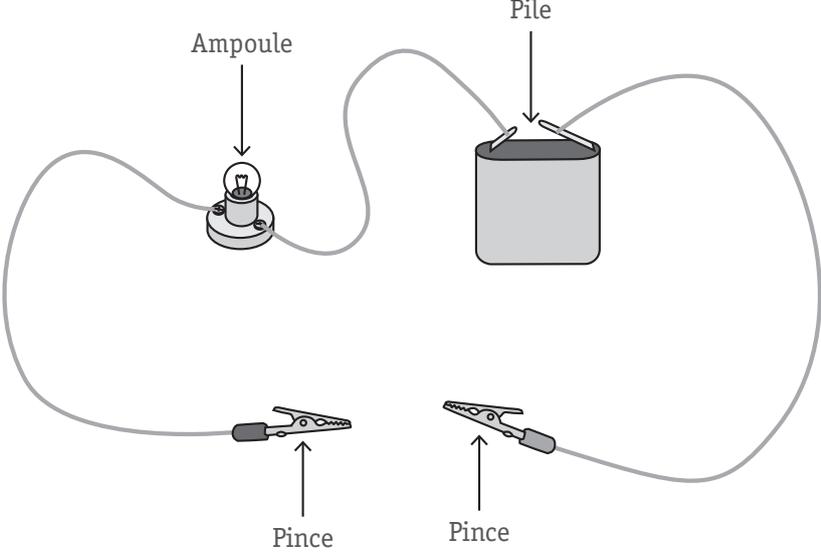
Extrait des *Socles de compétences*

Cette thématique sera travaillée par le biais d'activités où les élèves seront amenés à se poser des questions, à émettre des hypothèses, à concevoir et à réaliser des expériences pour vérifier leurs hypothèses (tout en étant attentifs aux caractéristiques de la démarche expérimentale), à récolter et organiser les données de l'expérience et à interpréter les résultats pour tirer des conclusions.

1.1 | CONSTATS ISSUS DE L'ÉPREUVE

Dans l'épreuve, trois items visaient le circuit électrique simple et les bons et mauvais conducteurs. Un de ces items concernait le fonctionnement général d'un circuit électrique simple. Si tous les éléments d'un circuit fermé sont en état de marche, on saura qu'un objet conduit l'électricité si l'ampoule s'allume.

Des élèves de 5^e primaire veulent vérifier si différents objets conduisent l'électricité. Ils utilisent ce circuit pour tester les objets.



Les enfants placent les objets l'un après l'autre entre les deux pinces.

Comment les enfants vont-ils voir si chaque objet conduit l'électricité ?

a) **EXPLIQUE** avec tes mots.

Seuls 34 % des élèves répondent correctement à l'item 28 ci-contre avec des réponses du type « *Si l'ampoule (la lumière) s'allume, c'est que c'est bon* ».

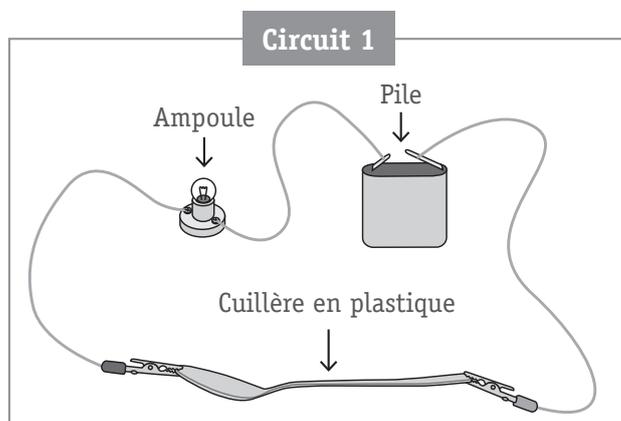
De nombreux autres élèves ne répondent pas réellement à la question posée et restent centrés sur les objets conducteurs : « *il faut que les objets soient en métal* » ou ils répètent des éléments de l'amorce de la question : « *ils doivent mettre les objets entre les pinces* ».

Ce type de réponses montre que **les élèves disposent de certaines connaissances** sur le sujet. Connaissances sur lesquelles on peut s'appuyer pour aider les élèves à **adopter un regard scientifique sur les phénomènes étudiés**, par exemple pour analyser un dispositif expérimental.

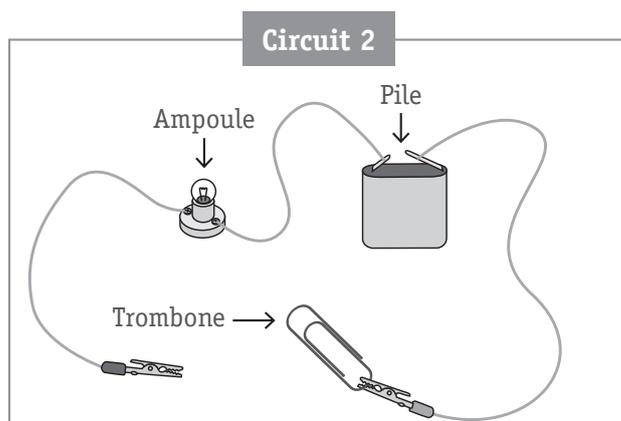
Pour le circuit 1 ci-dessous, 63 % des élèves répondent correctement que l'ampoule ne s'allume pas parce que la cuillère est en plastique : certains font une **référence explicite à la notion de conducteur** « *le plastique ne conduit pas l'électricité* », d'autres réponses sont plus approximatives dans leur formulation (mais néanmoins acceptables) « *l'électricité ne passe pas dans la cuillère* », d'autres encore se réfèrent au métal qui conduirait l'électricité « *il faut une cuillère en métal* ». On notera dans ces deux derniers cas que **les élèves ne généralisent pas**, ils parlent de la cuillère présentée et non de tout objet en plastique qui ne conduit pas l'électricité (ou métallique qui la conduit).

Pour le circuit 2, les élèves devaient, d'une manière ou d'une autre, évoquer le fait que le circuit est ouvert. Cet item est réussi par 53 % des élèves. **Quelques élèves, très peu nombreux, utilisent les termes précis de circuit ouvert**. La plupart répondent que « *le trombone n'est pas relié* », que « *le fil de l'ampoule doit toucher le trombone* », etc. Parmi les réponses incorrectes, beaucoup remettent en cause la qualité de conducteur du trombone métallique. **Leur analyse du dispositif présenté est superficielle**. Ils considèrent que si l'ampoule ne s'allume pas, c'est que ça ne fonctionne pas avec un trombone : « *le trombone ne donne pas d'énergie* », « *il ne faut pas prendre cet objet-là* ». Certains évoquent un dysfonctionnement des équipements (la pile ou l'ampoule) alors que l'amorce précise que tous les équipements sont en état de marche.

b) **COMPLÈTE** les deux phrases.



■ L'ampoule ne s'allume pas parce que _____



■ L'ampoule ne s'allume pas parce que _____

Une autre question sur le rôle de la pile et de l'ampoule dans le fonctionnement d'une lampe de poche visait davantage la **notion de contrôle des variables**. Si on fait varier deux éléments (remplacement de la pile et de l'ampoule), on ne peut pas savoir à quoi il faut attribuer le résultat de l'expérience (la lampe fonctionne à nouveau). L'item ci-dessous est réussi par 37 % des élèves seulement. Les élèves ont massivement coché la première (cas le plus fréquent), la deuxième ou les deux premières propositions. Remplacer une pile dans un appareil électrique est vraisemblablement une action assez proche de la réalité des élèves. Ceux-ci ne prennent pas la distance nécessaire pour réfléchir à la situation. Des observations révèlent aussi que quand des élèves trouvent une réponse qui leur paraît plausible dans la ou les premières propositions, beaucoup ne prennent pas la peine de lire les suivantes. Face à des questions à choix multiple, il est important de rappeler régulièrement aux élèves de prendre le temps de lire toutes les propositions avant de répondre.

Rebecca a trouvé une lampe de poche ancienne dans le grenier.



La lampe de poche ne fonctionne plus.

Rebecca ouvre la lampe, remplace la pile (1) et installe une nouvelle ampoule (2).

Rebecca referme la lampe et constate qu'elle fonctionne à nouveau.

Pourquoi la lampe ne fonctionnait-elle pas avant ?

COCHE la case qui convient.

- La pile de la lampe de poche était complètement usée.
- L'ampoule de la lampe de poche était grillée.
- Impossible à dire car deux éléments ont été changés.
- Je ne peux pas le dire parce que je n'étais pas présent.

Cet item illustre bien le fait que l'on peut travailler la démarche de recherche expérimentale au travers de situations qui portent, à première vue, sur de « simples » savoirs.

1.2 | INTENTIONS ET COMMENTAIRES

Nous proposons une découverte de l'électricité par le biais d'activités qui porteront sur les notions de courant électrique, de circuit ouvert et circuit fermé ainsi que de bons et mauvais conducteurs.

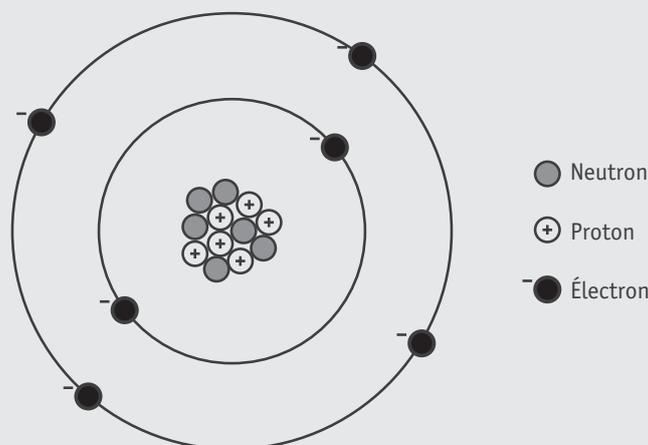
Tout d'abord, il est important que les enfants prennent conscience que l'électricité est essentielle dans notre vie quotidienne. Mais il faut également être prudent et faire rimer électricité avec sécurité. Les risques liés aux dangers potentiels de l'électricité doivent être rappelés : ne jamais toucher une prise électrique avec des doigts mouillés, ne pas y enfoncer des objets métalliques, ne jamais toucher à des fils dénudés, ne pas utiliser d'appareil électrique dans le bain, ne jamais poser de jouets ou de vêtements sur un chauffage électrique qui pourrait s'enflammer etc.

Dans l'encadré ci-dessous, nous proposons une clarification de notions liées à l'électricité³, à destination des enseignants. Ces notions ne sont absolument pas destinées aux élèves de l'enseignement primaire.

L'électricité peut être définie comme l'ensemble des phénomènes causés par le déplacement des charges. Toute matière comporte des charges qui sont de deux types : les charges positives et les charges négatives. Les charges de signes contraires s'attirent et celles de mêmes signes se repoussent (propriétés d'attraction et de répulsion). Lorsqu'une matière possède autant de charges positives que négatives, il s'agit d'un corps neutre. À l'inverse, s'il n'y a pas d'équilibre entre le nombre de charges positives et négatives, le corps devient chargé : il acquiert alors des propriétés attractives ou répulsives et entre en interaction avec les corps chargés ou non chargés qui l'entourent.

La compréhension des phénomènes électriques doit s'envisager à l'échelle de l'atome. Au centre de chaque atome, se trouve le noyau composé de particules chargées positivement, les protons, et de particules neutres, les neutrons. Les électrons eux sont plus mobiles. Protons et électrons s'attirent (puisque les charges sont de signes contraires) ce qui maintient ces derniers à proximité du noyau. Cependant, les électrons les plus faiblement liés au noyau sont susceptibles de se détacher de l'atome et de se déplacer dans la matière en passant d'un atome à l'autre. Ce déplacement des charges correspond au phénomène d'électricité.

Structure d'un atome de carbone 12 (composé de six protons, six neutrons et six électrons)



¹ Ces informations sont issues ou inspirées des documents suivants :

- Site La main à la pâte <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/12069/generalites-sur-les-circuits-electriques>
- CASTERMANS T., GILLIS P., MELIN S., *L'électricité : un jeu d'enfants ?*, Ministère de la Communauté française, 2001 <http://scitech2.umons.ac.be/wp-content/uploads/2016/05/ElecJeuEnfant-UMONS.pdf>
- *Évaluation externe en 5^e année de l'enseignement primaire – Pistes didactiques – Éveil – Initiation scientifique – Dossier pour les enseignants*, Ministère de la Communauté française, 2002, <http://enseignement.be/download.php?do_id=2925>
- LASALLE M., *D'où vient l'électricité statique et pourquoi cause-t-elle des chocs ?*, Université de Montréal, 2014, <<https://nouvelles.umontreal.ca/article/2014/11/18/dou-vient-lelectricite-statique-et-pourquoi-cause-t-elle-des-chocs>>

Un corps aura des propriétés électriques en lien avec la structure des atomes qui le composent.

Dans les métaux, les protons sont fortement liés entre eux tandis que les électrons sont très mobiles ; ce sont des conducteurs. Dans les matières plastiques, les protons sont fortement liés aux électrons et donc les électrons sont nettement moins mobiles ; ce sont des isolants.

Quand on dit qu'il y a de l'électricité dans l'air, c'est vrai ! En fait, **l'électricité statique** est omniprésente. Elle est partout car toute matière est formée d'atomes composés de particules électriques positives (les protons), négatives (les électrons) et neutres (les neutrons). Lorsque l'on frotte un objet en plastique, on le charge d'électricité, c'est l'électrisation par frottement. Le frottement d'un corps sur un autre induit un mouvement au sein des atomes. Dans un isolant (matières plastiques, air sec...), le frottement peut entraîner la séparation des charges positives (protons) et négatives (électrons), mais ces charges sont très peu mobiles et elles restent à la surface du corps après séparation des corps frottés. L'électricité statique est le résultat de cette accumulation de charges à la surface d'un corps.

Des corps électrisés peuvent attirer ou repousser d'autres corps plus légers. Le plastique (la latte, le peigne, le chalumeau, les ballons de baudruche...) est très facilement électrisable par frottement. Par contre les métaux (barre de fer, clou, canette...) le carton, le bois ne s'électrisent pas par frottement. Lorsque l'on électrise des objets par frottement, ils peuvent se charger positivement ou négativement. Deux charges de même signe se repoussent et deux charges de signe contraire s'attirent. Deux matériaux identiques se repoussent puisqu'ils sont chargés identiquement. Deux matériaux différents se repoussent s'ils sont chargés « identiquement » (soit + +, soit - -) et s'attirent s'ils sont chargés différemment (l'un +, l'autre -).

Un objet chargé négativement est un objet qui a un surplus d'électrons par rapport à sa situation normale : cela signifie que l'objet a « arraché » des électrons par exemple au morceau de tissu utilisé pour le frottement (des électrons se sont déplacés du tissu vers l'objet). Par opposition, un objet chargé positivement est un objet qui a trop peu d'électrons : c'est-à-dire que le tissu (par exemple) lui a « arraché » des électrons lors du frottement (des électrons se sont déplacés de l'objet vers le tissu).

Un objet électrisé par frottement se décharge graduellement ; l'équilibre des charges se rétablit lentement (par exemple un ballon de baudruche frotté qui « colle » au mur finira par tomber). Dans certaines circonstances, il se décharge rapidement (par exemple quand il y a contact avec un conducteur) : c'est la décharge électrique et l'on peut apercevoir une étincelle ou ressentir un choc (par exemple quand on touche un objet métallique après avoir enfilé un vêtement synthétique). Lorsque la charge est beaucoup plus grande et que la décharge est trop rapide, la décharge peut provoquer un éclair lumineux. C'est le cas de la foudre.

Le courant électrique correspond à la circulation d'électrons dans un conducteur. La circulation d'électrons très mobiles au sein de la matière (métallique notamment) génère l'électricité dite « dynamique » ou courant électrique.

Contrairement à l'électricité statique qui est partout présente, le courant électrique doit être produit. Il est le résultat d'une transformation d'énergie. La pile est le premier générateur électrique qui permet à un courant électrique de circuler de manière continue s'il elle est en contact avec des conducteurs. Lors de son invention, en 1800, sa structure consistait en un empilement régulier de disque de cuivre et de zinc (appelés électrodes), séparés par des rondelles de feutre en solution acidulée (cette solution

est appelée l'électrolyte). La pile transforme donc une énergie chimique en énergie électrique. C'est une réserve d'énergie. Si elle est épuisée, il faut soit la jeter, soit la recharger. Dans ce dernier cas, il s'agit d'une batterie (sa structure interne est un peu différente).

Circuit ouvert et circuit fermé. Pour que le courant électrique puisse circuler dans un circuit, il est nécessaire que celui-ci forme une boucle fermée qui comprend le générateur (par exemple la pile) et différents objets conducteurs de courant (fils électriques, ampoules...). Un tel circuit est appelé « circuit fermé ». À l'inverse, lorsque la boucle n'est pas bouclée (par exemple lorsqu'un fil est mal raccordé ou lorsque le filament de l'ampoule est rompu), le courant ne peut circuler car le circuit est ouvert.

Dans le cas de la pile, le courant d'électrons circule dans un sens bien déterminé, mais l'électricité est invisible : on ne constate que ses effets (la lampe s'allume ou non). À l'école primaire, il est inutile de chercher dans quel sens circule l'électricité (aucune expérience simple ne permet de le trouver). Par le biais de la séquence d'activités, les élèves pourront comprendre que le courant circule en boucle à travers les fils électriques, l'ampoule, la pile et éventuellement des objets conducteurs.

Bons et mauvais conducteurs de courant électrique. Il existe des matériaux qui laissent passer le courant mieux que d'autres. Ceux à travers lesquels le courant électrique circule bien sont appelés bons conducteurs d'électricité. Il s'agit essentiellement des métaux⁴ : dans ces matériaux, les électrons peuvent se déplacer facilement d'un atome à l'autre pour engendrer le courant électrique. À l'inverse, ceux qui conduisent beaucoup moins bien le courant électrique sont appelés mauvais conducteurs ou isolants. Dans ces matériaux (les matières plastiques ou le bois notamment), les électrons sont fortement liés aux atomes et/ou molécules auxquels ils appartiennent et ne peuvent donc pratiquement pas se déplacer.

Lorsque l'on crée un circuit électrique avec une pile, une ampoule, des fils électriques et par exemple un morceau de plastique, on constate que l'ampoule ne s'allume pas alors qu'on peut considérer que le circuit est fermé. Le courant ne pourra pas passer dans un circuit électrique fermé comportant un mauvais conducteur d'électricité.

⁴ Mais pas uniquement : le graphite de la mine de crayon ou l'eau ne sont pas des métaux et sont conducteurs.

1.2.1 | LES CONCEPTIONS PRÉALABLES DES ÉLÈVES

Les expériences réalisées par les élèves doivent les amener à remettre en cause leurs conceptions préalables erronées pour construire des connaissances scientifiques.

Les jeunes élèves ne savent pas toujours qu'une source d'énergie (une pile par exemple) est nécessaire pour produire un effet (allumer l'ampoule par exemple). Dès leur plus jeune âge, ils sont habitués à agir sur un bouton (interrupteur ou bouton poussoir) pour allumer une lumière ou mettre en marche un jouet. Ils imaginent que le bouton est la cause première de l'effet obtenu. Par ailleurs, dans les installations domestiques, le courant est amené de la prise à l'appareil par un (seul) cordon. Les élèves imaginent que le courant électrique est alors absorbé par l'appareil qui consomme l'énergie. Ils n'ont pas conscience que deux fils conducteurs sont en général présents dans le cordon pour permettre une circulation en boucle fermée.

Quand les expériences faites en classe ont permis d'aborder la notion de circuit électrique, les élèves ont tendance à raisonner en termes de courants « antagonistes » : de l'électricité quitte chaque borne de la pile pour se rencontrer dans l'ampoule, ce qui la fait briller. Quand ils ont compris la notion de circuit fermé et que l'électricité va bien d'une borne de la pile à l'autre, beaucoup pensent qu'il y a moins d'électricité après l'ampoule qu'avant car l'ampoule consomme de l'énergie. Demander aux élèves de réaliser un circuit en série comprenant plusieurs ampoules permet de leur faire constater que les ampoules brillent toutes de la même façon et que le courant ne « s'use » pas en circulant dans le circuit.

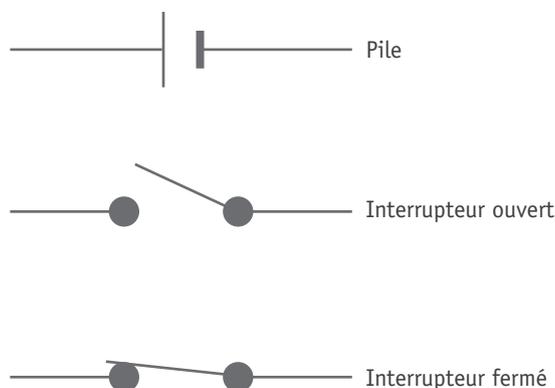
Enfin, les élèves associent souvent la qualité de bons ou mauvais conducteurs à l'objet et non à la matière qui le constitue. C'est pour cela qu'il est intéressant de répliquer une expérience avec un même objet mais constitué de matières différentes (par exemple le trombone en métal et le trombone en plastique ou la latte en métal et la latte en bois) de façon à ce qu'ils comprennent progressivement que c'est la matière qui conduit ou non l'électricité, peu importe qu'il s'agisse d'un clou, d'une cuillère, d'une paire de ciseaux, d'un trombone...

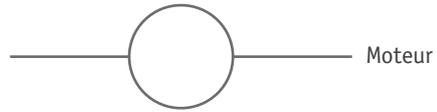
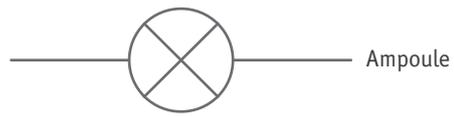
1.2.2 | REPRÉSENTER DES CIRCUITS ÉLECTRIQUES : LES SCHÉMAS NORMALISÉS

Lors des activités, les élèves seront à plusieurs reprises amenés à synthétiser et/ou à représenter leurs expériences et leurs constats sous plusieurs formes : tableaux de données, graphiques, schémas...

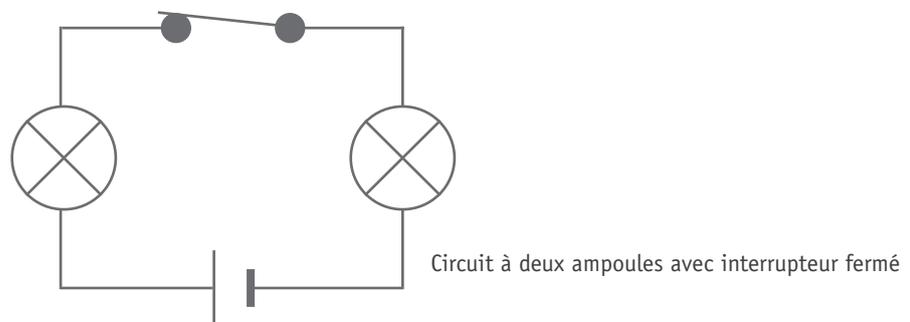
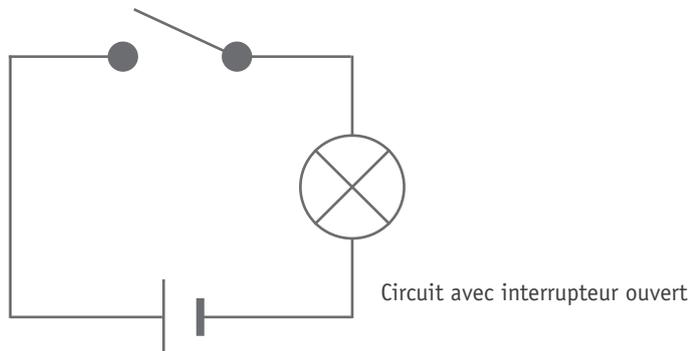
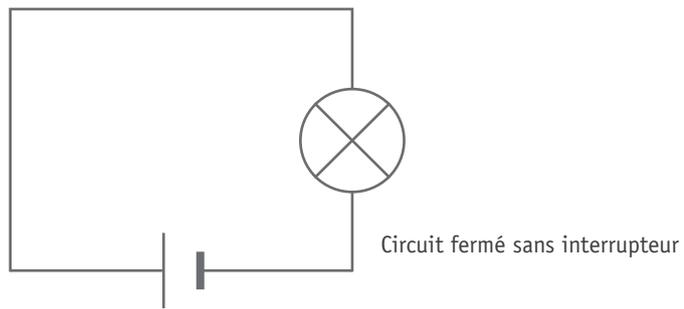
En ce qui concerne les schémas, les élèves peu habitués s'attachent souvent, au début, à produire des dessins les plus réalistes possible : la ressemblance ou l'esthétique du dessin prend alors le pas sur les informations scientifiques qu'il contient (description d'un phénomène ou fonctionnement d'un dispositif). Progressivement, il faut amener les élèves à simplifier au maximum les schémas afin qu'ils prennent vraiment la forme de schémas scientifiques.

Ainsi, dans le domaine des circuits électriques simples, voici les codes conventionnels les plus répandus.





Voici, à titre d'illustration, les schémas normalisés de quelques circuits.



1.2.3 | PRÉAMBULE

Les sept activités qui suivent forment une séquence d'enseignement-apprentissage dans le domaine des circuits électriques, des circuits ouverts et fermés, des bons et mauvais conducteurs (isolants). Elles s'inscrivent dans une démarche d'investigation scientifique où les élèves seront régulièrement mis en situation de se poser des questions, d'émettre des hypothèses, de rechercher des moyens pour vérifier ces hypothèses (concevoir leur propre protocole d'expérience pour vérifier leurs idées ou suivre un protocole établi), de récolter et d'organiser les données de l'expérience pour tirer des conclusions.

Précisons bien qu'il s'agit d'un jeu de type « Électro » avec 2 fils distincts et non le jeu de type « Électro » avec un stylo sonore et lumineux à l'intérieur duquel les piles sont incluses.

Ces activités sont présentées en progression de façon à ce que pour l'activité finale (fabrication par les élèves d'un jeu de type « Électro ») ils disposent des savoirs et savoir-faire nécessaires pour réussir le défi. Toutefois, en fonction du contexte de la classe et de ce qui a été travaillé précédemment, il est possible que toutes ne soient pas indispensables ou que certaines puissent être réalisées rapidement en guise de rappel.

1.2.4 | VUE D'ENSEMBLE

- Activité 1 – Situation de départ : découverte d'un jeu de type « Électro »
- Activité 2 – Découverte de la notion de circuits électriques
 - Allumer l'ampoule avec une pile de 4,5 V (3LR12)
 - Allumer l'ampoule avec une pile ronde et du fil électrique
 - Allumer l'ampoule « à distance »
- Activité 3 – Bons et mauvais conducteurs
- Activité 4 – Le jeu d'adresse
- Activité 5 – Fabriquer un interrupteur, l'intégrer dans un circuit
- Activité 6 – Produire des schémas normalisés de circuits, réaliser des circuits sur la base de schémas normalisés
- Activité 7 – Retour à l'énigme de départ : fabrication d'un jeu de type « Électro »

1.2.5 | ACTIVITÉ 1 – ÉMISSION D’HYPOTHÈSES SUR LE FONCTIONNEMENT D’UN JEU DE TYPE « ÉLECTRO »

| Étape 1 – Émergence de l’énigme : découverte d’un jeu de type « Électro »

La séquence débute par la présentation et l’observation d’un jeu de type « Électro ».

« Connaissez-vous ce jeu, savez-vous comment on y joue ? »

Demandez à un élève de tester le jeu et observez le fonctionnement avec l’ensemble de la classe. Expliquez aux élèves qu’ils devront eux aussi fabriquer un jeu de type « Électro ». Il est donc nécessaire de comprendre comment il fonctionne.

| Étape 2 – Rechercher des indices et dégager des pistes : émission d’hypothèses

Sur des post-it, les élèves formulent toutes leurs hypothèses sur le fonctionnement du jeu. Tous les post-it seront ensuite collés au tableau. À ce stade, toutes les hypothèses sont recevables, l’idée est de procéder à un tri collectivement.

L’expérience montre qu’il faut insister pour que les élèves centrent leurs hypothèses sur le fonctionnement « technique » du jeu et non sur les règles du jeu.

Exemple « d’hypothèse » d’élève centrée sur les règles du jeu :

« Il faut mettre le petit stylo rouge sur un personnage puis mettre le stylo bleu sur un instrument et si la lumière s’allume alors c’est juste. Si la lumière rouge ne s’allume pas, c’est faux. »

Exemples « d’hypothèses » d’élèves sur le fonctionnement du jeu qui montrent qu’ils ont déjà certaines connaissances en matière de circuits électriques. Même si elles sont approximatives, il est intéressant de s’appuyer sur ce déjà-là pour approfondir la notion.

« Le jeu électro fonctionne parce que chaque personnage est lié à un instrument différent par un fil électrique et les deux fils extérieurs ont un courant électrique qui passe dedans et quand les deux sont mis sur les bonnes choses, le fil à l’intérieur s’allume et allume le bouton. »

« La lumière s’allume car en dessous, il y a une plaque métallique et cette plaque crée un circuit électrique grâce au câble que l’on pose dessus, donc la lumière s’allume. »

D’autres hypothèses font simplement allusion à la présence d’une pile ou montrent que les élèves ne comprennent pas le fonctionnement.

« Ça fonctionne avec de l’énergie et des piles. »

« L’énergie utilisée par les piles + et – . »

« Parce que en dessous, il y a un bidule qui fait que ça s’allume. »

D'autres encore évoquent un fonctionnement qui s'éloigne de la notion de circuit électrique. Lors de la discussion collective et du tri des hypothèses, il faudra amener les élèves à justifier pourquoi on ne peut les conserver.

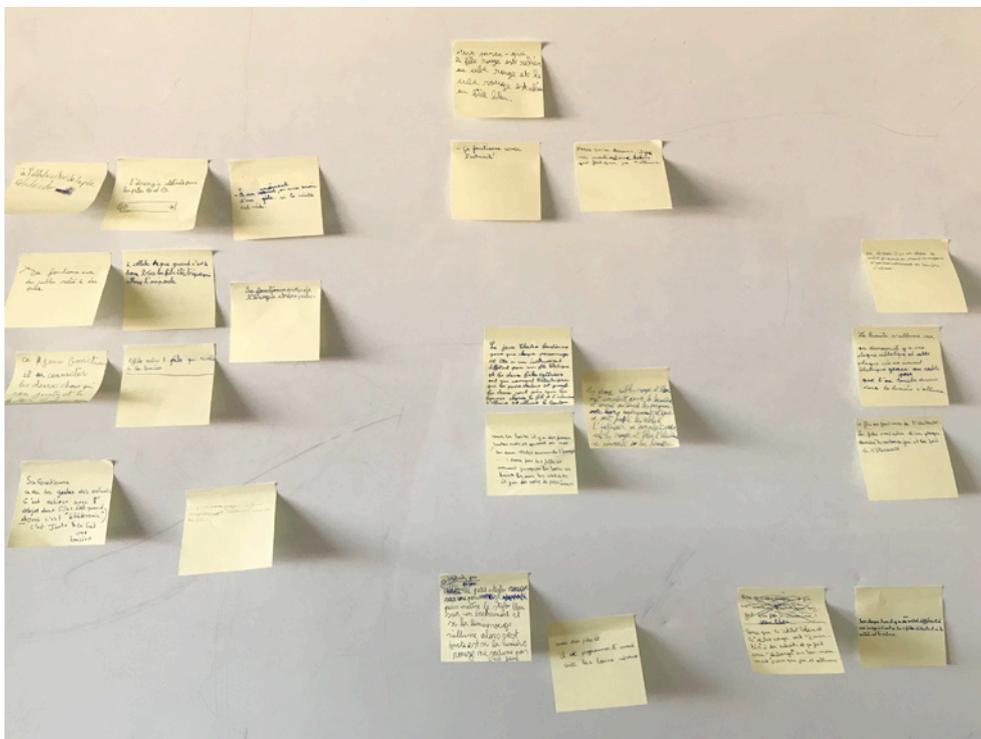
« Parce que le stylet rouge et le stylet bleu sont aimantés à des endroits et ça fait une décharge au bon moment pour que ça s'allume. »

« Sous chaque trou, il y a un métal différent d'une image à l'autre. Les deux fils électriques détectent si le métal est le même. »

« Le jeu est programmé d'avance avec les bonnes réponses. »

Lors du tri, regroupez les hypothèses en fonction des idées des élèves. Demandez-leur si certaines peuvent être écartées.

À ce stade, il est possible que certains élèves repèrent déjà que si on joue avec des « plaques » différentes, les bonnes réponses se trouvent toujours à la même place. C'est un élément susceptible de fournir des indices pour la future fabrication du jeu par les élèves.



Clôturez cette étape de la séquence en annonçant aux élèves qu'ils vont vivre plusieurs activités pour mieux comprendre le fonctionnement d'un circuit électrique indispensable à la fabrication du jeu.

Conservez les post-it des élèves, ils y reviendront en fin de séquence, quand il s'agira de réaliser concrètement le jeu.

L'expérience montre que les élèves n'ont pas tous conscience que c'est possible. Il s'agit là d'un facteur de motivation important.

1.2.6 | ACTIVITÉ 2 – DÉCOUVERTE DE LA NOTION DE CIRCUITS ÉLECTRIQUES⁵

Matériel à mettre à disposition de chaque groupe d'élèves pour les quelques défis qui suivent.

- Une pile de 4,5 V (3LR12)
- Une ampoule (au moins 3,5 V)
- Une pile ronde
- Une douille électrique (adaptée à l'ampoule)
- Des fils électriques
- Une paire de ciseaux (pour dénuder l'extrémité des fils)

| Étape 1 – Mise en situation : utilisation de l'électricité au quotidien

Collectivement, faire s'interroger les élèves sur « tout ce qu'ils ont fait depuis leur lever ce matin qui a nécessité l'utilisation de l'électricité ». Leur faire relever un maximum d'objets qui les entourent et qui utilisent l'électricité.

| Étape 2 – Comment ça fonctionne : découverte de la notion de circuit fermé

- 1 Constituer des sous-groupes de trois ou quatre élèves (toutefois, si vous disposez du matériel suffisant, le travail en duo permet aux élèves d'être plus actifs).

Mettre à leur disposition une pile plate, haute de 4,5 V et une ampoule.

Le défi est de réussir à allumer l'ampoule avec ce dont ils disposent. Chacun à son tour, les élèves du groupe font un test. Quand tous les élèves du groupe ont réussi à allumer l'ampoule en procédant par essais-erreurs, ils sont invités à réaliser individuellement un schéma le plus précis possible des conditions dans lesquelles l'ampoule s'allume et des conditions dans lesquelles elle ne s'est pas allumée (fiche 1). Ils rédigeront une hypothèse explicative.

Par exemple,



L'ampoule ne s'allumera pas si une seule borne de la pile est mise en contact avec un élément (même conducteur) de l'ampoule, si les deux bornes sont mises en contact avec le même élément de l'ampoule, si une des bornes est mise en contact avec le verre de l'ampoule, etc.

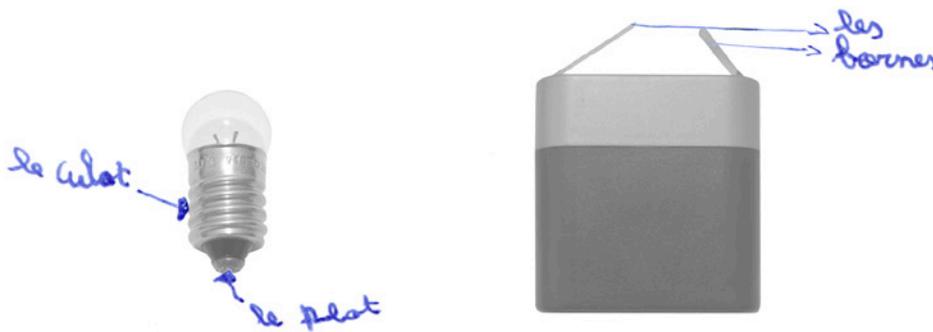
⁵ Les activités qui suivent sont inspirées des travaux de :
DARO, OLIVERI, VILLEVAL, *Une maison bien équipée – La Sciences qui se vit : une démarche méthodologique pratiquée dans l'enseignement fondamentale à propos de l'eau et de l'électricité*, ASBL Hypothèse, Liège, 2009
CASTERMANS, GILLIS, MELIN, *L'électricité : un jeu d'enfants ?* Ministère de la Communauté française, 2001
HAAS, OBLINGER, *Manipulations en éveil scientifique – Électricité (volume 1)*, Centre d'Autoformation et de Formation continuée, 2009

L'expérience montre que les élèves peuvent éprouver des difficultés pour rédiger une hypothèse explicative, notamment parce qu'ils ne disposent pas du vocabulaire précis et spécifique. Si c'est le cas, on peut leur fournir ce vocabulaire (plot, culot et bornes) en leur demandant d'annoter les illustrations. Ils seront alors invités à améliorer, à préciser leur explication. Ce faisant, les élèves prennent conscience de l'importance de formulations précises et spécifiques pour décrire un phénomène scientifique.

Par exemple :

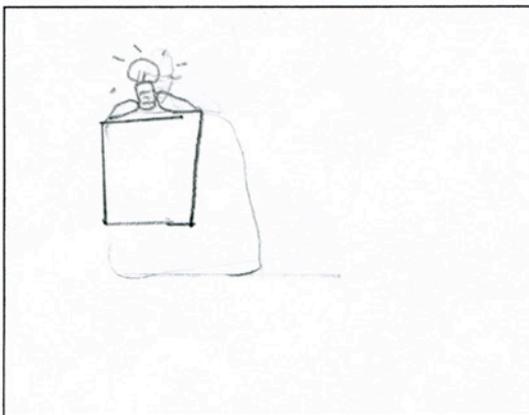
Pour chaque situation, ton défi est d'allumer l'ampoule.

A chaque fois, dessine comment tu as procédé (que cela ait fonctionné ou pas) et explique avec tes mots.



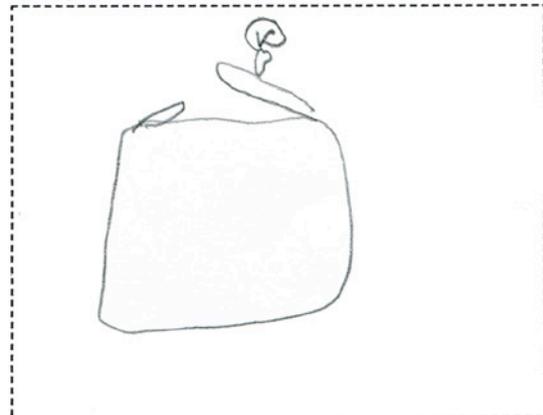
Situation 1 :

Matériel : une pile plate et une ampoule



L'ampoule s'allume parce que les deux tiges provoquent un décharge lumineuse quand la partie métallique les touche

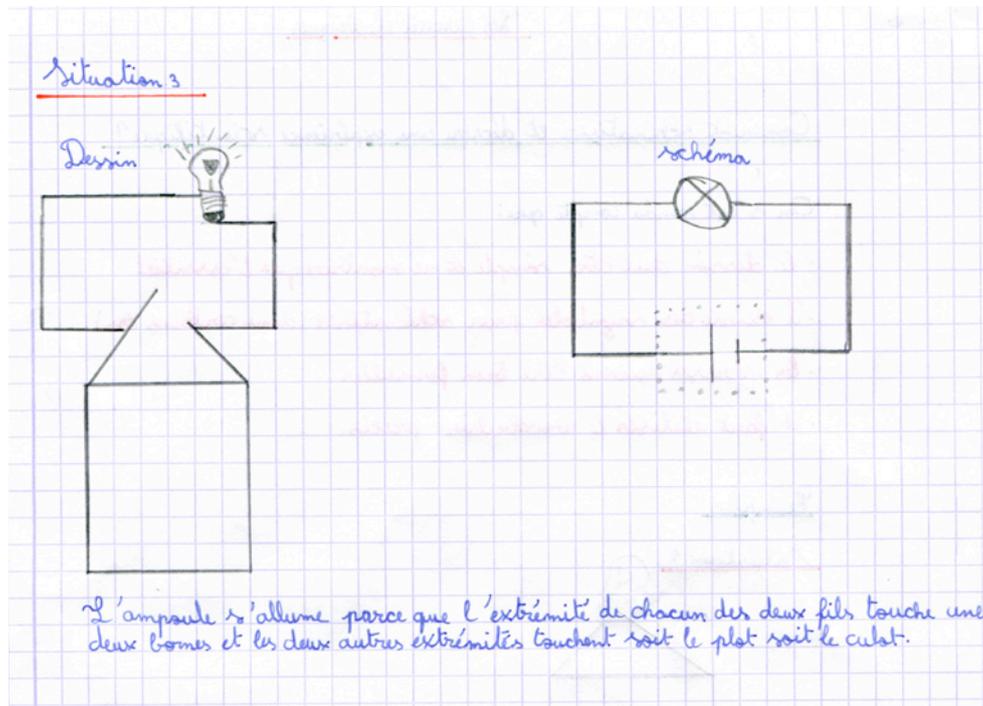
d'ampoule s'allume parce que les bornes provoquent lumineuse quand le culot les touche



L'ampoule ne s'allume pas parce que une des deux tiges ne touche pas la partie donc ça ne peut pas provoquer une décharge lumineuse

d'ampoule ne s'allume pas parce que une des deux bornes ne touche pas le culot donc ça ne peut pas provoquer une décharge lumineuse

Pour réaliser les schémas des défis 2 et 3, les élèves sont invités à utiliser quelques symboles conventionnels de façon à s'y habituer progressivement. Ceci est facultatif : si vous estimez que c'est prématuré, une activité plus complète sur les schémas normalisés sera proposée plus loin.



- 2 Même démarche, mais cette fois avec une pile ronde, une ampoule et un ou des fil(s) électrique(s). Vous pouvez, au départ, ne donner aux élèves que la pile ronde et l'ampoule pour leur faire constater par eux-mêmes que c'est impossible. Ils seront alors invités à choisir le matériel supplémentaire indispensable.
- 3 Même démarche avec une pile ronde ou plate, une ampoule, une douille et un ou des fil(s) électrique(s). Attention, cette fois la consigne est d'**allumer l'ampoule à distance de la pile** : l'ampoule ne peut pas toucher la pile.

Si les élèves réalisent leur essai avec un seul fil électrique, ils se rendront vite compte qu'un deuxième est nécessaire.

Il est intéressant que les élèves procèdent par tâtonnements et discutent entre eux de ce qui fonctionne ou pas. N'intervenez pour fournir quelques indices (sans dévoiler la solution) que si un groupe est complètement « en panne ».

| Étape 3 – Mise en commun, exploitation collective des schémas

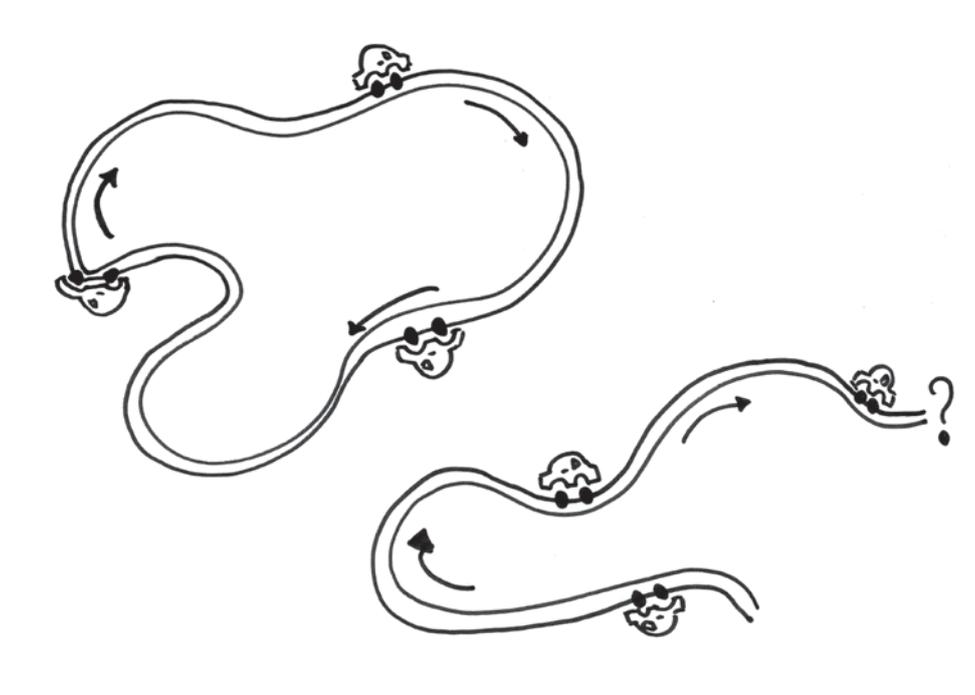
L'objectif des trois défis précédents est de construire et de comprendre progressivement la notion de circuits fermés.

L'analyse collective des schémas réalisés par les élèves permettra de lister les conditions dans lesquelles l'ampoule s'allume et celles où au contraire elle ne s'allume pas.

La discussion et la confrontation des idées devraient faire apparaître la nécessité que l'électricité circule dans un circuit fermé pour que l'ampoule s'allume.

Si ce n'est pas le cas, mettez en évidence le mot « **circuit** » dans l'expression « circuit électrique ».

« Dans quels autres contextes de la vie parle-t-on de circuits ? » Il est fort probable que des élèves évoquent le circuit automobile qui est en fait une boucle fermée sur laquelle les voitures circulent en continu pendant une course en passant à chaque tour par les mêmes endroits (le point de départ est le même que le point d'arrivée). Si la boucle n'est pas fermée, les voitures ne pourront continuer à circuler sur le circuit.



La synthèse collective des constats et découvertes devra évoquer aussi le fait que la pile est une réserve d'électricité (d'énergie). Dans l'élaboration collective de cette synthèse, insistez pour que les élèves utilisent un vocabulaire spécifique et précis.

FICHE 1a – SCHÉMAS DES EXPÉRIENCES

Pour chaque situation, ton défi est d'allumer l'ampoule.

Chaque fois, dessine comment tu as procédé (que cela ait fonctionné ou pas) et explique avec tes mots.



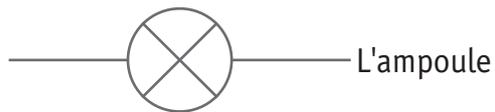
Situation 1 : avec la pile plate, haute de 4,5 V et l'ampoule

<p>L'ampoule s'allume parce que</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<p>L'ampoule ne s'allume pas parce que</p> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>
---	--

FICHE 1b – SCHÉMAS DES EXPÉRIENCES

Situation 2 : avec la pile ronde, l'ampoule

Dans ton schéma, utilise les symboles suivants.



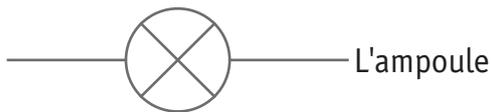
L'ampoule s'allume parce que

L'ampoule ne s'allume pas parce que

FICHE 1c – SCHÉMAS DES EXPÉRIENCES

Situation 3 : avec la pile plate de 4,5 V, l'ampoule, la douille et le fil électrique, mais l'ampoule ne peut pas toucher la pile

Dans ton schéma, utilise les symboles suivants.



L'ampoule s'allume parce que

L'ampoule ne s'allume pas parce que

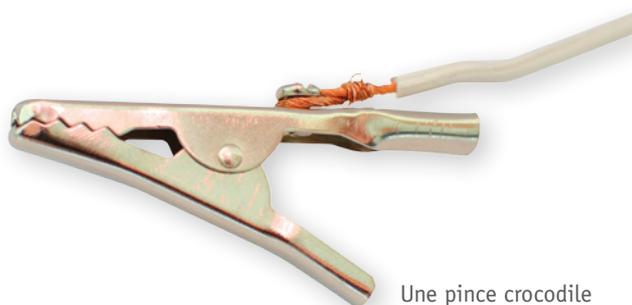
1.2.7 | ACTIVITÉ 3 – BONS ET MAUVAIS CONDUCTEURS D'ÉLECTRICITÉ

Lors d'une discussion collective, les élèves auront mis en évidence que certaines matières conduisent l'électricité et d'autres pas. On se propose alors de tester différents objets pour le vérifier.

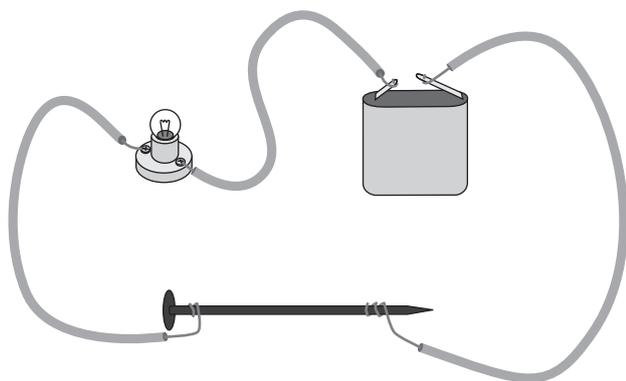
En sous-groupes de trois ou quatre, les élèves réfléchissent à un dispositif (circuit) permettant d'effectuer les tests. Ils en réalisent un schéma. Circulez dans la classe pour examiner les différents schémas. Si nécessaire, relancez la réflexion : « *Vous êtes sûrs que ça va fonctionner ? Pourquoi ? Comment ?* » Quand les élèves estiment avoir terminé leur schéma, invitez-les à réaliser concrètement le circuit et à le tester (simplement en mettant en contact les extrémités des deux fils restés libres). Il est important que le bon fonctionnement du circuit soit vérifié avant de commencer à tester les objets de façon à ce que si l'ampoule ne s'allume pas, on puisse être sûr que c'est à la matière de l'objet qu'il faut l'attribuer et non à un montage défectueux.

Si certains groupes n'y arrivent pas, invitez-les à réaliser le circuit électrique selon le plan de montage établi (fiche 2⁶).

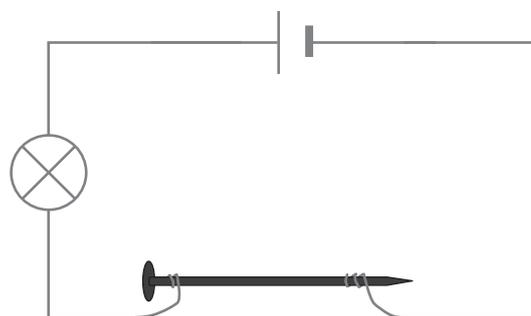
Les objets peuvent être testés en les mettant directement en contact avec l'extrémité dénudée des fils électriques, mais si vous disposez de pinces « crocodiles », l'expérience pourra être réalisée plus rapidement et peut-être plus efficacement⁷. Ça pourrait être aussi l'occasion de s'interroger sur les caractéristiques de cet objet pour qu'il conduise l'électricité.



Une pince crocodile



Exemple de montage sans pince crocodile



Exemple de schéma normalisé

⁶ Le plan de montage du circuit est inspiré de CASTERMANS, GILLIS, MELIN, *L'électricité : un jeu d'enfants ?* Ministère de la Communauté française, 2001

⁷ <http://scitech2.umons.ac.be/wp-content/uploads/2016/05/ElecJeuEnfant-UMONS.pdf>. Si vous utilisez des pinces crocodiles, il faut adapter le plan de montage de la fiche 2.

Matériel à mettre à disposition de chaque groupe : au moins trois morceaux de fil électrique (15 à 20 cm), une ampoule, une douille, une pile plate et haute de 4,5 V, un tournevis (pour fixer les fils aux vis de la douille), une paire de ciseaux (pour dénuder l'extrémité des fils), toutes sortes d'objets à tester.

Afin que les élèves prennent conscience que c'est la matière et non l'objet qui conduit ou non l'électricité, il est intéressant de proposer un même objet dans différents matériaux (par exemple, un trombone en métal et un autre en plastique, une latte en métal et une autre en bois, etc.).

Parmi les objets à tester, il peut être intéressant de proposer un morceau de fil électrique non dénudé, pour ensuite faire s'interroger les élèves sur la nécessité de dénuder les extrémités des fils dans les circuits. Faire tester aussi un morceau de papier collant. Ce sera l'occasion de revenir au constat en fin de séquence quand les élèves isoleront leurs circuits en les recouvrant de papier collant lors de la fabrication du jeu de type « Électro ». Vous pouvez également suggérer aux élèves de placer les deux extrémités des fils électriques dans un verre d'eau. Vous pourrez alors engager une discussion sur les dangers de la présence d'eau à proximité d'une source d'énergie électrique.

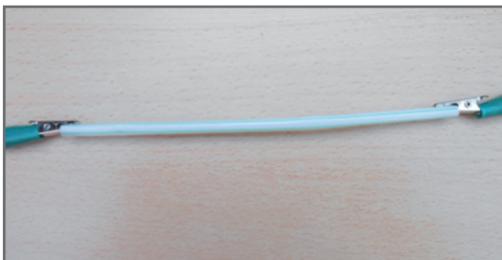
À titre d'exemple, voici une série non exhaustive d'objets qui pourraient être testés par les élèves.



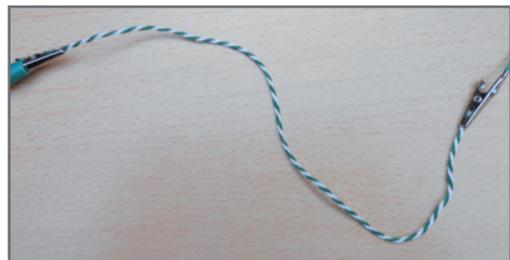
Une cuillère en plastique



Une cuillère en métal



Une paille



Un morceau de ficelle



Un élastique



Un attache-trombone



Une pièce de 2 euros



Un morceau de carton



Une pique en bois



Du papier aluminium

Les élèves reportent les résultats de leurs tests dans le tableau de la fiche 2. Lors de la mise en commun, faites vérifier par les élèves que tous les groupes sont arrivés aux mêmes constats.

Les échanges déboucheront sur l'élaboration collective d'un écrit de synthèse. Veillez à ce que les élèves utilisent le vocabulaire adéquat. Par exemple :

« Avec le trombone métallique, l'ampoule s'allume. Le **métal** est un **bon conducteur d'électricité**. »

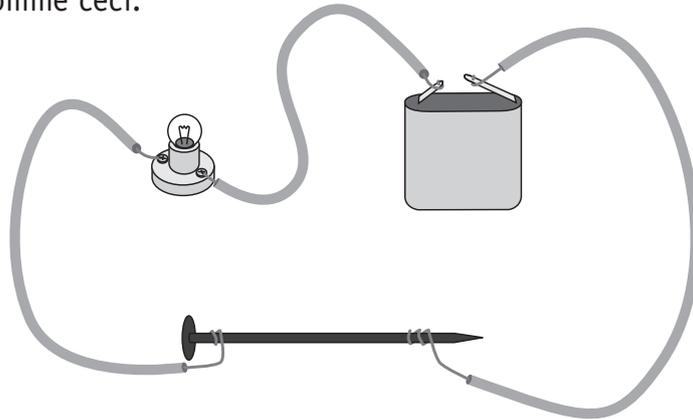
« Avec la latte en plastique, l'ampoule ne s'allume pas. Le **plastique** ne conduit pas l'électricité, c'est un **isolant**. »

Généralisation : d'une manière générale, tous les métaux sont de bons conducteurs d'électricité. Par contre, des matières comme le plastique ou le bois sont de bons isolants.

FICHE 2 – BONS ET MAUVAIS CONDUCTEURS

Suivez le plan de montage suivant pour réaliser votre circuit.

- 1 Découpez trois longueurs de fil électrique (15 à 20 cm).
- 2 Dénudez toutes les extrémités sur 3 cm environ (6 extrémités à dénuder).
- 3 Vissez l'ampoule sur sa douille.
- 4 Fixez (avec le tournevis) une des deux extrémités d'un fil électrique à la vis qui se trouve d'un côté de la douille.
- 5 Faites la même chose avec un deuxième fil que vous fixez à la deuxième vis de la douille.
- 6 Fixez l'extrémité d'un des deux fils reliés à l'ampoule à une borne de la pile (en l'enroulant).
- 7 Fixez une extrémité du troisième fil à l'autre borne de la pile.
- 8 Testez votre circuit en mettant en contact les deux extrémités de fil restées libres. Si votre circuit est correctement monté, l'ampoule s'allume.
- 9 Vous pouvez maintenant tester les différents objets en les fixant aux deux extrémités des fils restés libres, comme ceci.



Inscrivez les résultats de vos tests dans le tableau.

Objets	Matières	L'ampoule s'allume c'est un _____	L'ampoule ne s'allume pas c'est un _____
une latte	plastique		

1.2.8 | ACTIVITÉ 4 – TRANSFERT : COMMENT FONCTIONNE LE JEU D'ADRESSE ?

Distribuez la fiche 3 à chaque sous-groupe de trois ou quatre élèves. Ensemble, ils examinent l'illustration du jeu d'adresse et se mettent d'accord sur l'explication de son fonctionnement en se remémorant les différents constats des activités qui ont précédé. Dans chaque groupe, les élèves désignent celui qui sera chargé de prendre note des explications du fonctionnement du jeu et un autre qui les lira devant la classe lors de la mise en commun.

Cet écrit servira à la communication des hypothèses et explications aux autres élèves de la classe en prévision de la discussion collective. Encouragez les élèves à être précis et rigoureux dans leurs formulations. Par exemple, insistez pour qu'ils utilisent le vocabulaire spécifique découvert lors des défis précédents : circuit fermé, électricité qui circule, éléments conducteurs, etc. Si nécessaire, invitez-les aussi à être précis au niveau des contacts entre les différentes pièces du montage.

Il est intéressant de saisir toutes les occasions d'entraîner les élèves à la formulation de leurs hypothèses et comptes rendus d'expérience.

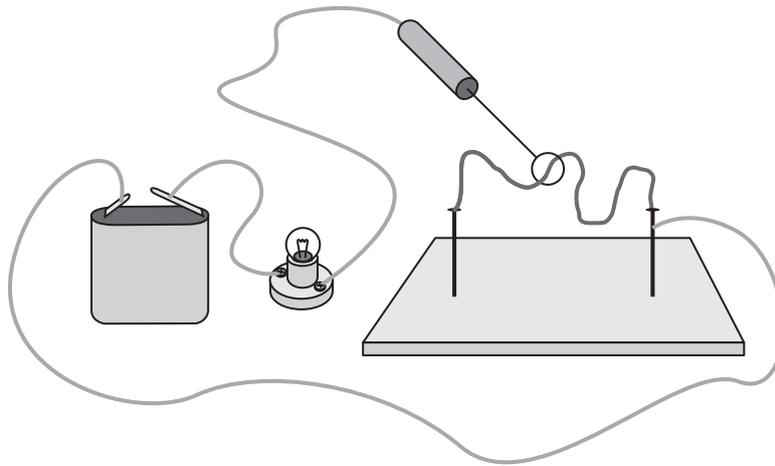
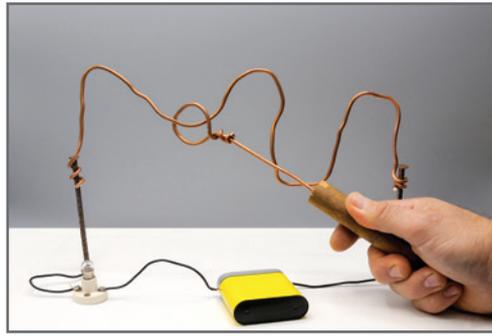
Ces écrits (textes, schémas, tableaux, graphiques) sont importants et exigent une grande clarté, d'une part parce que les productions peuvent être destinées à une communication aux autres, d'autre part parce que ce travail sur les écrits scientifiques contribue à la structuration des acquis.

La discussion collective devra mettre en évidence les qualités et les défauts des différentes explications. Il faudra aussi faire apparaître d'éventuels éléments d'explication manquants. Par exemple, il est possible que les élèves n'aient pas repéré que le fil métallique ondulé est fixé sur des clous plutôt que sur des cure-dents par exemple. Pourquoi ?

L'écrit de synthèse collectif devrait comprendre les éléments suivants.

- Présence d'une source d'énergie (la pile).
- Les éléments du montage sont en contact les uns avec les autres.
- L'électricité circule dans ces éléments ; ils conduisent l'électricité (ce sont de bons conducteurs). Par exemple, si on remplaçait les deux clous par des pics en bois ou en plastique, le jeu ne fonctionnerait pas car l'électricité ne circule pas dans le bois et le plastique (ce sont des isolants).
- Si l'anneau métallique ne touche pas le fil métallique ondulé, le circuit est ouvert et l'ampoule reste éteinte.
- Si le joueur n'est pas assez adroit et qu'il le touche, le circuit est fermé et l'ampoule s'allume.

FICHE 3 – UN JEU D'ADRESSE



Comment ce jeu fonctionne-t-il ?

1.2.9 | ACTIVITÉ 5 – FABRIQUER UN INTERRUPTEUR⁸

| Étape 1 – Mise en situation

Demandez à un élève d'actionner l'interrupteur de la classe. Interrogez-les : *Par rapport à ce que nous avons appris sur les circuits électriques, que pensez-vous qu'il se passe quand on actionne un interrupteur ?*

Il faut inviter explicitement les élèves à s'appuyer sur les connaissances acquises précédemment pour répondre, faute de quoi, l'explication ne sera probablement pas à leur portée. Si nécessaire, rappelez-leur concept de circuit ouvert et circuit fermé.

Lors de la discussion, demandez aux élèves s'ils pensent pouvoir fabriquer eux-mêmes un interrupteur et comment ils s'y prendraient. Laissez les élèves exprimer leurs idées, même si elles sont approximatives et incomplètes. Les explications seront précisées lors de l'étape suivante.

Pour l'étape suivante – la fabrication par les élèves de l'interrupteur – deux options se présentent en fonction des savoirs et savoir-faire déjà acquis par les élèves :

1. Vous montrez le matériel disponible (voir fiches 4a et 4b) et vous laissez les élèves réfléchir et procéder librement à des essais.
2. Vous fournissez le plan de montage aux élèves et vous les invitez à fabriquer leur interrupteur en respectant les consignes fournies.

| Étape 2 – Fabriquer un interrupteur selon un protocole établi

Matériel nécessaire pour les premières étapes de la fabrication de l'interrupteur (tâche individuelle) :

- des rectangles de carton ;
- des trombones ;
- des attaches parisiennes ;
- une pointe (de bic, de compas...) pour trouser le carton.

Le matériel étant rudimentaire, **l'interrupteur peut être réalisé individuellement** par chaque élève. Ceci garantira l'implication de tous dans la tâche.

Distribuez le plan de montage de l'interrupteur (fiche 4a) et le matériel nécessaire à chaque élève. Quand chacun aura exécuté les premières étapes du plan de montage, en sous-groupes, ils choisiront l'interrupteur qu'ils estiment le mieux réalisé pour l'intégrer dans un circuit électrique qu'ils créeront ensemble.

Invitez les élèves à examiner attentivement le plan de montage et à en respecter précisément les consignes.

Une fois que les groupes ont monté leur circuit électrique (fiche 4b), **ils testent leur interrupteur** et ils répondent en groupe aux deux questions en bas de la fiche 4c.

Il est possible que certains circuits ou interrupteurs ne fonctionnent pas. Engagez alors **une discussion collective sur l'origine possible des dysfonctionnements**.

Poursuivez les échanges sur la base des réponses des élèves à la première question de la fiche (« *Pourquoi est-il nécessaire de dénuder l'extrémité des fils ?* »), puis à la deuxième (« *Expliquez le fonctionnement de*

⁸ Dispositif inspiré du site *La main à la pâte*, <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/12069/generalites-sur-les-circuits-electriques>

l'interrupteur »). Revenez alors à la question de départ : « *Comment l'interrupteur de la classe fonctionne-t-il ?* »

L'écrit de synthèse final devrait comprendre au moins les informations suivantes.

- L'interrupteur est abaissé → le circuit est fermé → l'électricité circule → l'ampoule s'allume.
- L'interrupteur est levé → le circuit est ouvert → l'électricité ne circule pas → l'ampoule reste éteinte.
- Quand la lumière de la classe est allumée, si on actionne l'interrupteur, on ouvre le circuit : la lumière s'éteint.
- Quand la lumière de la classe est éteinte, si on actionne l'interrupteur, on ferme le circuit : la lumière s'allume.

Idéalement, l'activité suivante « Schématiser des circuits électriques » sera mise en place dans la foulée. Ceci permettra aux élèves de produire un schéma conventionnel du circuit électrique qu'ils ont réellement réalisé avec l'interrupteur qu'ils ont fabriqué.

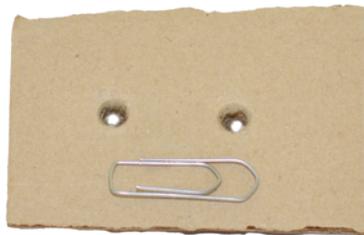
FICHE 4a – PLAN DE MONTAGE DE L'INTERRUPTEUR

Matériel nécessaire pour les premières étapes du montage (tâche individuelle)

- Un rectangle de carton
- Un trombone
- Deux attaches parisiennes
- Une pointe (de bic, de compas...) pour trouser le carton

Étapes du montage individuel

- 1 Fais deux trous dans le carton distants d'un tout petit peu moins que la longueur du trombone.



- 2 Mets une attache parisienne à travers le trombone et insère-la dans l'un des trous. Place l'autre attache parisienne dans le deuxième trou.



En groupe, choisissez l'interrupteur que vous trouvez le mieux réalisé. Vous l'intégrerez ensuite dans un circuit comprenant une pile, une ampoule, des morceaux de fil électrique et votre interrupteur, comme montré à la fiche 4b.

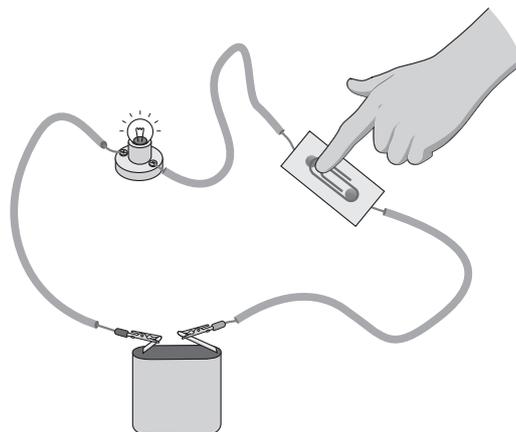
FICHE 4b – PLAN DE MONTAGE DE L'INTERRUPTEUR

Matériel nécessaire pour les étapes suivantes du montage (tâche en sous-groupes).

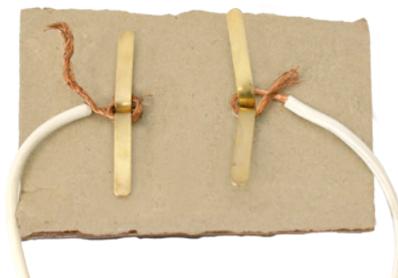
- Trois morceaux de fil électrique
- Une pile plate et haute de 4,5 V
- Une ampoule
- Une douille adaptée à l'ampoule
- Une paire de ciseaux pour dénuder l'extrémité des fils

Étapes du montage en groupe

- 3** Voici à quoi devra ressembler le circuit que vous allez réaliser quand vous y aurez intégré votre interrupteur.



- 4** Dénudez l'extrémité des fils sur 2 cm environ. Attachez avec précaution l'extrémité de deux des fils aux attaches parisiennes.



- 5** Voici à quoi devrait ressembler votre interrupteur.



FICHE 4c – PLAN DE MONTAGE DE L'INTERRUPTEUR

Réalisez votre circuit électrique comme au point 3 et testez votre interrupteur.

Puis répondez aux questions suivantes.

1 Pourquoi est-il nécessaire de dénuder l'extrémité des fils ?

2 Expliquez comment votre interrupteur fonctionne.

1.2.10 | ACTIVITÉ 6 – SCHÉMATISER DES CIRCUITS ÉLECTRIQUES

Le but de cette activité est de familiariser les élèves avec la lecture, la compréhension et l'utilisation des schémas normalisés de circuits électriques. Ils seront invités à produire des schémas de circuits électriques réalisés (ou présentés) en utilisant les codes conventionnels et ils devront aussi réaliser des circuits schématisés.

Lors d'activités scientifiques, les élèves sont régulièrement amenés à schématiser un phénomène, un objet d'étude, un dispositif expérimental, un constat d'expérience, etc.

Il est important de **distinguer les schémas des dessins d'observation**. Ces derniers représentent les objets tels qu'ils sont vus. Leur degré d'abstraction est relativement limité. Les schémas, eux, s'engagent sur **la voie de l'abstraction et de la généralisation** en se détachant des objets réels. Le schéma est un outil fonctionnel au service des activités scientifiques. Sa simplicité n'est qu'apparente : il suppose l'acquisition de techniques spécifiques et donc, un apprentissage.

En outre, le caractère synoptique des schémas permet une saisie d'ensemble des informations et dès lors, une possibilité accrue de les manipuler mentalement et de les mémoriser. Ils deviennent alors de véritables **outils de pensée**⁹.

| Étape 1 – Se familiariser avec les codes conventionnels : les schémas normalisés

Lors de l'activité précédente, les élèves ont réalisé en sous-groupes un circuit électrique comprenant une pile plate et haute de 4,5 V, une ampoule (et sa douille), un interrupteur et des fils électriques. Les élèves restent groupés autour de leur circuit.

Distribuez à chaque élève la fiche 5a « Utiliser les codes conventionnels pour schématiser des circuits électriques ». **Individuellement** et à l'aide du tableau de présentation des symboles conventionnels en matière de circuits électriques, les élèves vont **tenter de produire les schémas conventionnels de leur circuit** avec l'interrupteur ouvert et avec l'interrupteur fermé.

Pendant la tâche, circulez entre les bancs pour repérer quelques schémas contrastés : des schémas corrects, mais qui diffèrent par exemple dans la disposition des éléments et des schémas incorrects ou incomplets. Ils serviront de base à la discussion collective qui s'ensuivra.

Demandez aux élèves que vous aurez choisis de présenter leurs schémas à la classe (uniquement ceux avec l'ampoule allumée) et reproduisez-les en grand au tableau. **Lancer le débat** en commençant par les schémas incorrects ou incomplets et demandez aux élèves de repérer les erreurs ou les éléments manquants. Invitez les élèves à **justifier leurs avis** : *Pourquoi penses-tu que... ? Tout le monde est d'accord avec... ?*

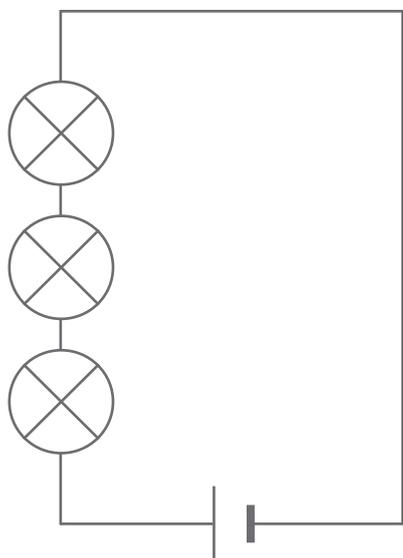
Lancer le débat autour des schémas incorrects d'abord présente deux avantages : d'une part, la discussion se terminera par les caractéristiques des schémas corrects ce qui est de nature à favoriser un meilleur ancrage en mémoire, mais surtout, vous donnez ainsi l'occasion aux élèves qui ont produit un schéma incorrect de participer ensuite aux discussions sur les caractéristiques des schémas corrects.

Une fois que les caractéristiques d'un schéma correct et complet sont identifiées, les élèves corrigent et/ou améliorent leurs schémas.

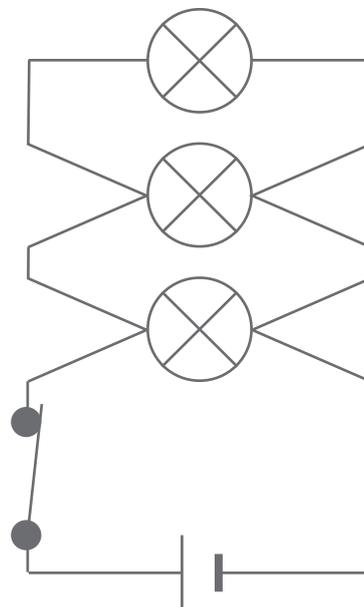
⁹ GIOT B., DEMONTY I., QUITTRE V., *Les activités scientifiques en classes de 5^e et 6^e années primaires - Deux écrits incontournables : les schémas et les tableaux*, Ministère de la Communauté française, 2009

| Étape 2 – Schématiser d'autres circuits

Distribuez la fiche 5b. **Individuellement, les élèves schématisent les deux circuits** représentés en utilisant à nouveau les codes conventionnels. En sous-groupes, ils comparent leurs schémas et échangent sur leurs qualités et leurs défauts. Si nécessaire, revenez collectivement sur les éventuelles erreurs ou éléments manquants.



Voici à quoi devrait ressembler le schéma normalisé du circuit 1.



Voici à quoi devrait ressembler le schéma normalisé du circuit 2¹⁰.

Dans cette partie de l'activité, il n'est pas question de développer les concepts de circuits en série et circuits parallèles car ils ne sont pas référencés dans les *Socles de compétences*. L'idée est simplement d'utiliser quelques symboles conventionnels dans deux situations différentes et d'approfondir la notion de circuit fermé : dans le circuit 1, si on enlève une ampoule, le circuit est ouvert, le courant électrique ne circule plus.

Lancer alors un débat avec la question qui se trouve en bas de la fiche : *lequel des deux circuits s'éteindra complètement si on enlève une des trois ampoules ?*

Comptez les élèves qui pensent que le circuit 1 s'éteindra complètement si on enlève une ampoule et ceux qui pensent que c'est le circuit 2.

| Étape 3 – Réaliser des circuits représentés pour vérifier une hypothèse

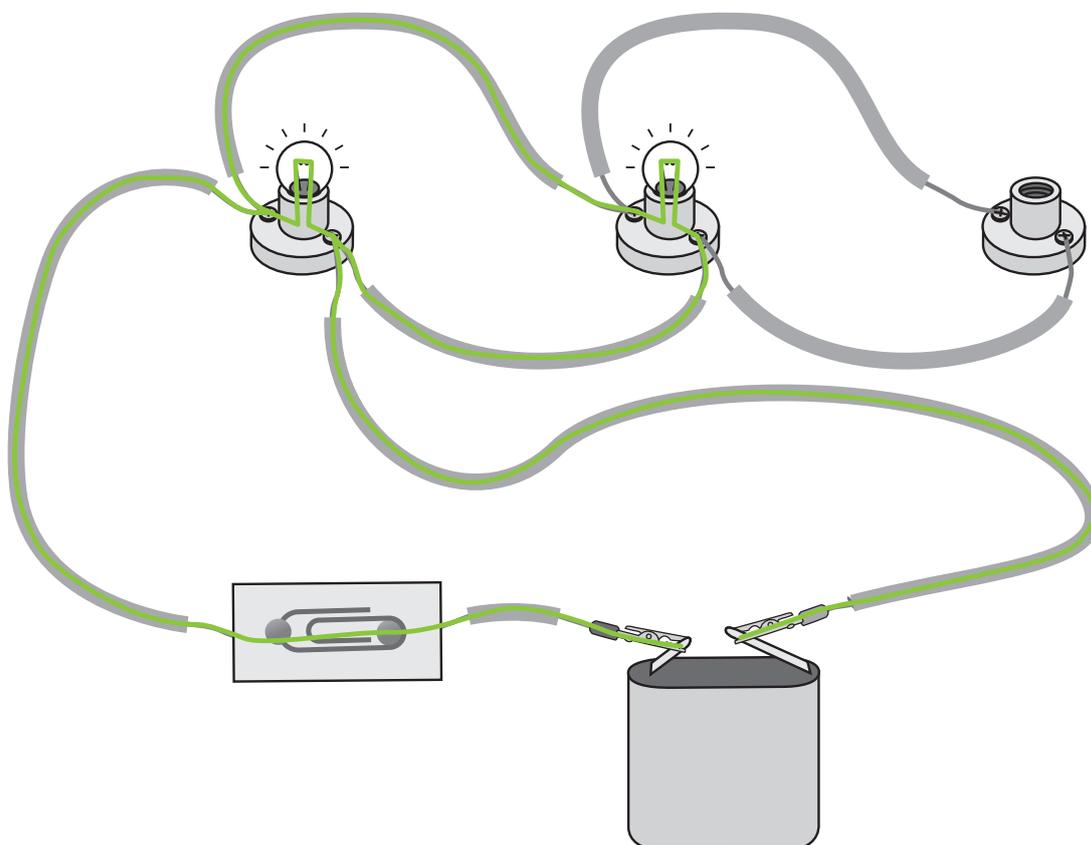
Afin de confirmer ou infirmer les idées des élèves, ils vont en sous-groupes réaliser les deux montages et ils procéderont à des tests. Soit tous les groupes réalisent les deux montages (cette option est préférable pour observer plus facilement le résultat des différents tests). Soit la moitié des groupes réalise le montage 1 et l'autre moitié, le montage 2. Après avoir vérifié que les circuits fonctionnent, les élèves enlèvent une ampoule dans chacun des montages. Ils consignent leurs observations au dos de la fiche.

¹⁰ Ce circuit n'est pas parfaitement conforme aux normes conventionnelles, mais il correspond au circuit illustré. À ce niveau d'études et dans le cadre de cette activité, on le considère comme acceptable.

Suggérez-leur aussi de répliquer le test en enlevant tour à tour chacune des trois ampoules des circuits pour constater que le résultat est identique quelle que soit l'ampoule enlevée.

Les élèves doivent s'interroger sur le chemin du courant électrique dans chacun des circuits pour en arriver au constat que si on enlève une ampoule dans le montage 1, le circuit est ouvert, l'électricité ne circule plus, toutes les ampoules restent éteintes. Dans le montage 2, si on enlève une ampoule (peu importe laquelle) le courant électrique peut encore circuler et les deux autres ampoules restent allumées.

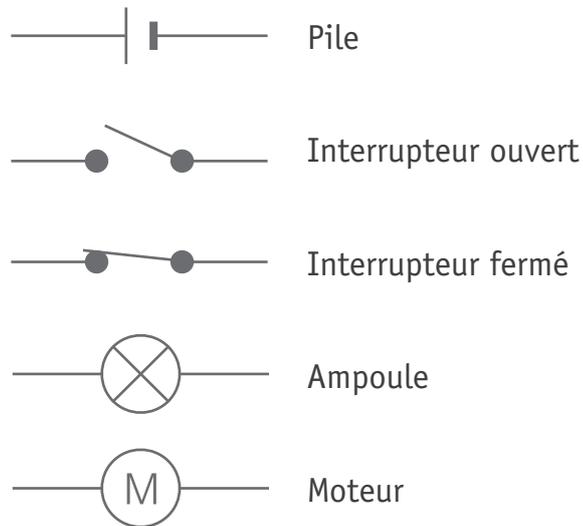
Demandez aux élèves de représenter en couleur le chemin du courant électrique dans les différentes situations. Sur les dessins des circuits, ils barrent une des ampoules de leur choix et surlignent le chemin du courant. Par exemple,



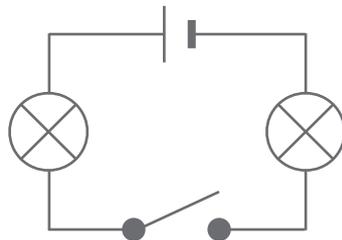
Dans le circuit 1 avec une ampoule manquante, l'électricité ne circule pas. Rien ne devra donc être colorié.

FICHE 5a – UTILISER LES CODES CONVENTIONNELS POUR SCHÉMATISER DES CIRCUITS ÉLECTRIQUES

Observe les codes qui sont habituellement utilisés pour schématiser des circuits électriques.



Voici le schéma conventionnel d'un circuit à deux ampoules avec interrupteur ouvert.



Dans les cadres ci-dessous, réalise le schéma conventionnel de votre circuit...

... avec l'interrupteur ouvert

... avec l'interrupteur fermé

Colorie l'ampoule en jaune dans le schéma où elle peut s'allumer.

FICHE 5b – UTILISER LES CODES CONVENTIONNELS POUR SCHÉMATISER DES CIRCUITS ÉLECTRIQUES

Toujours en utilisant les symboles conventionnels, réalise le schéma normalisé des deux circuits dessinés ci-dessous.

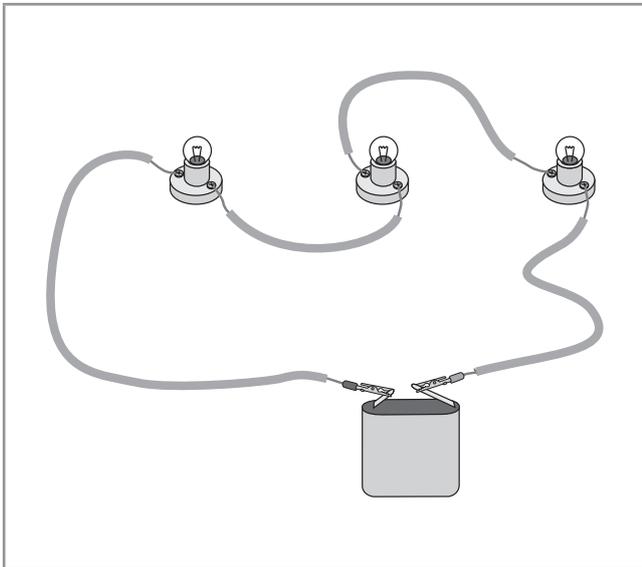


Schéma normalisé 1

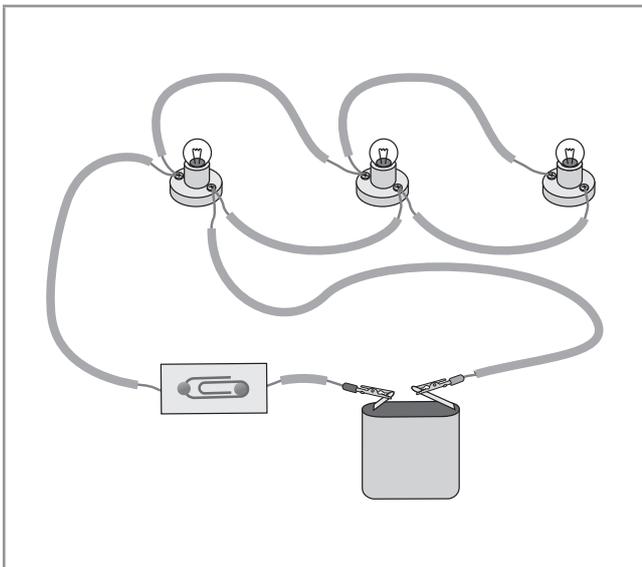


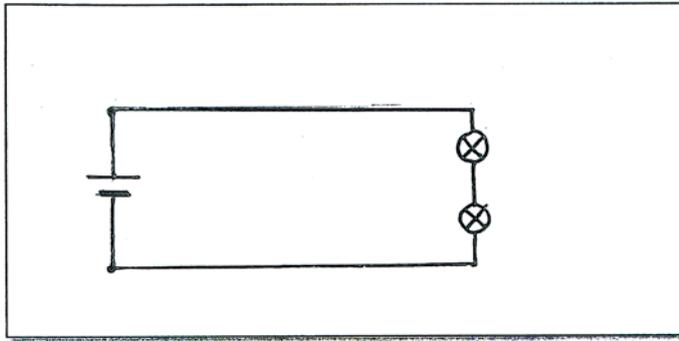
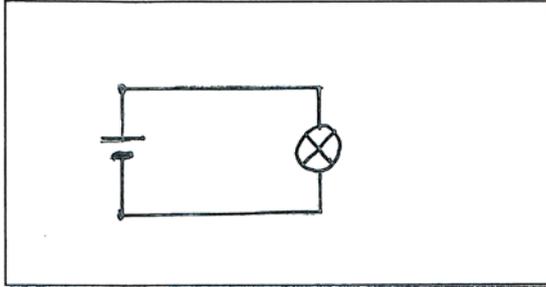
Schéma normalisé 2

Un de ces deux circuits s'éteindra complètement si on enlève une des trois ampoules. Lequel ?

Pour le savoir, construisez en groupe ces deux circuits et faites le test. Repérez le chemin du courant dans chacun des deux circuits.

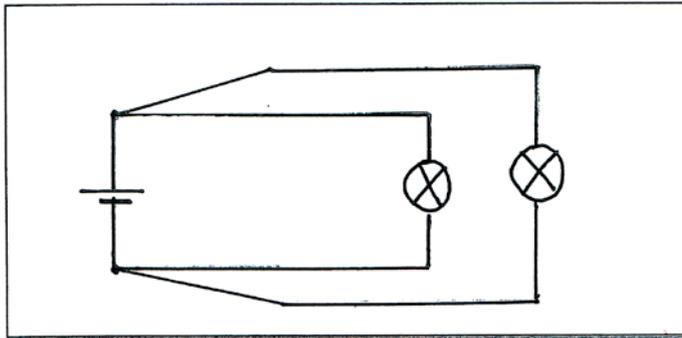
À titre d'exemple, voici les mêmes notions sur d'autres circuits.

Maintenant que tu connais les codes conventionnels, réalise ces différents montages :
Quand c'est fait, appelle-moi pour que je vienne vérifier si c'est correct.



Que se passe-t-il si je dévisse une ampoule ? Aucune parce que le circuit est ouvert

→ Les 2 ampoules sont montées en "série" (l'une derrière l'autre)



Que se passe-t-il si je dévisse une ampoule ? Une ampoule s'allume

→ Les 2 ampoules sont montées en "parallèle" (2 circuits indépendants)

1.2.11 | ACTIVITÉ 7 – RETOUR À L'ÉNIGME DE DÉPART : FABRICATION DU JEU DE TYPE « ÉLECTRO »

| Étape 1 – Formuler une nouvelle hypothèse sur le fonctionnement du jeu en s'appuyant sur les acquis

Pour démarrer cette activité, chaque élève reprend le post-it qu'il a rédigé en début de séquence et sur un autre post-it, il formule une nouvelle hypothèse en s'appuyant sur les savoirs et savoir-faire acquis au fil des différentes activités vécues.

| Étape 2 – Planifier le projet et réaliser concrètement le jeu

La suite de l'activité se déroule en sous-groupes. Le nombre d'élèves par groupe dépend de la quantité de matériel dont vous disposez. Le travail en duo est la situation idéale car elle augmente les occasions de manipuler et le temps d'action de chacun tout en permettant des échanges.

Pour la fabrication proprement dite, il y a deux options :

- a. Vous montrez le matériel disponible et, en groupe, les élèves réfléchissent à leur montage, ils en dessinent le projet. Dès la situation de départ (découverte de l'électro), les élèves devraient avoir compris que c'est au dos de la planche de jeu que se situent les circuits. S'ils ne s'en souviennent plus, dites-leur de façon explicite qu'ils doivent dessiner leur projet au recto et surtout au verso, sans oublier le circuit extérieur.
- b. Vous fournissez le matériel à chaque groupe. Les élèves réaliseront le jeu en suivant les instructions du protocole proposé (fiche 6).

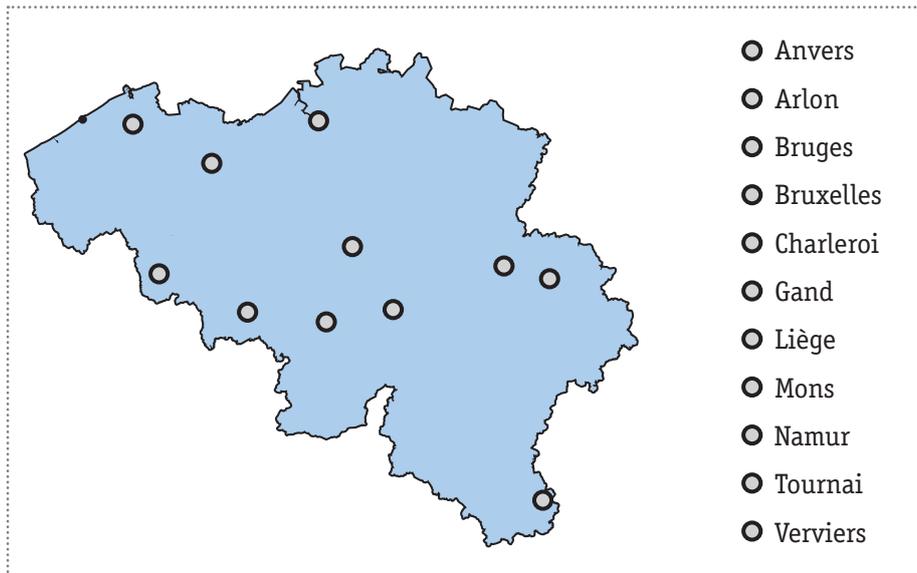
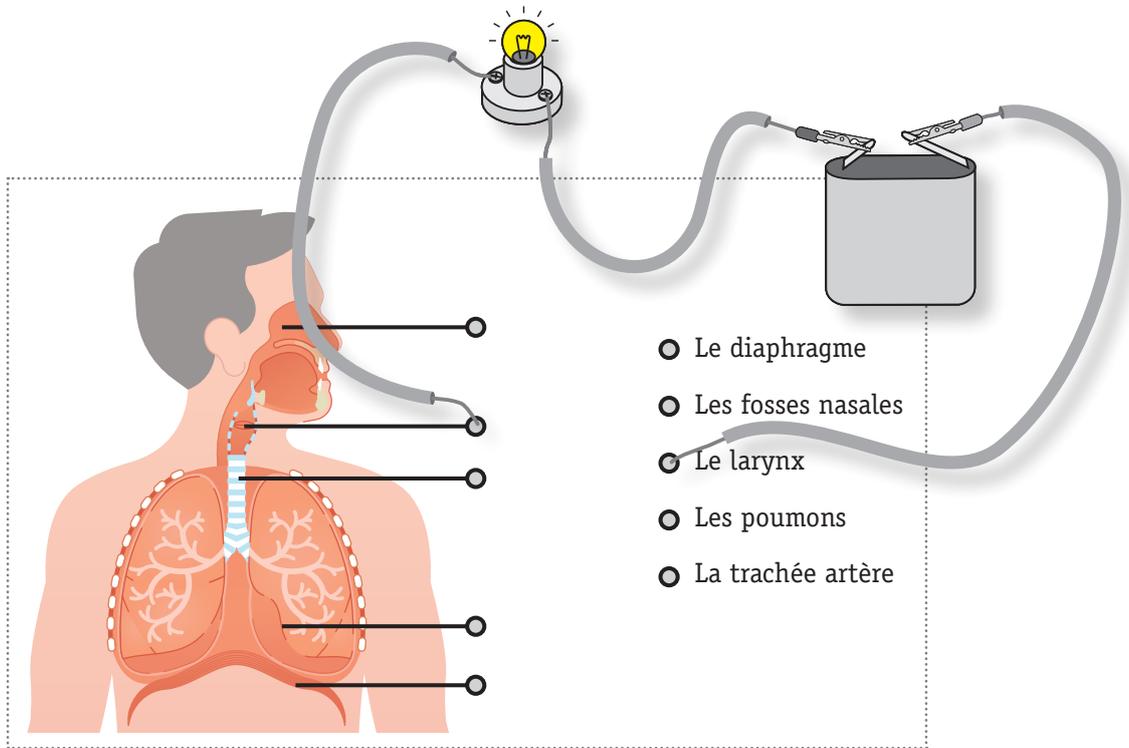
Une planche de jeu assez simple est proposée (fiche 7). Elle porte sur les organes des sens. Elle peut être reproduite en A4 et les élèves la colleront sur leur support carton (couvercle de boîte à chaussures). Si vous optez pour cette planche, le jeu de type « Electro » pourrait alors être proposé dans les classes du premier degré ; la thématique des sens et des organes sensoriels est effectivement à travailler dès le cycle 5-8 ans.

Si vous disposez de suffisamment de temps, la planche peut être créée par les élèves. Dans ce dernier cas, il faudra attirer leur attention sur le fait qu'il ne faut pas prévoir trop d'associations et qu'il faut penser la situation des éléments à relier pour éviter des croisements trop nombreux. Les éléments à relier doivent également être bien espacés.

Le matériel nécessaire pour chaque groupe figure sur la fiche 6. Cette fiche propose la fabrication du jeu avec du matériel non conventionnel : des languettes d'aluminium (bon conducteur) pour relier les éléments à associer recouvertes de papier collant (isolant). Si nécessaire, rappelez aux élèves les constats de l'activité 3 (bons et mauvais conducteurs) : l'aluminium conduit l'électricité, le papier collant ne la conduit pas, donc le papier collant isole les circuits.

Si ce sont les élèves qui réalisent les planches de jeux, demandez-leur de prévoir entre cinq et dix associations (au-delà, le montage risque d'être délicat et fastidieux à réaliser). De nombreuses thématiques sont envisageables.

Par exemple :



$7 \times 8 =$	<input type="radio"/>	54
$60 : 4 =$	<input type="radio"/>	16
$9 \times 6 =$	<input type="radio"/>	99
$72 : 6 =$	<input type="radio"/>	15
$6 \times 7 =$	<input type="radio"/>	108
$80 : 5 =$	<input type="radio"/>	56
$11 \times 9 =$	<input type="radio"/>	8
$49 : 7 =$	<input type="radio"/>	12
$9 \times 12 =$	<input type="radio"/>	42
$64 : 8 =$	<input type="radio"/>	7

Quelle que soit l'option que vous avez choisie, circulez entre les bancs et vérifiez si les élèves sont sur la bonne voie ; pour cette activité, ils n'auront vraisemblablement pas l'occasion, ni le temps de procéder par essais et erreurs. Par exemple, vérifiez si les élèves pensent à identifier les associations correctes au dos de la planche de jeu (en les numérotant ou en traçant les liens au crayon par exemple). Vérifiez aussi qu'ils recouvrent bien une languette d'aluminium de papier collant pour l'isoler immédiatement après l'avoir collée sur le support. Vu les croisements, ce travail est impossible à réaliser à posteriori.

Si les élèves travaillent sans les instructions de montage, il est possible (probable) que certains décident de couvrir tout le dos de la planche avec la feuille d'aluminium. Si c'est le cas, lancez une discussion collective sur ce que cette façon de faire aura comme conséquence (n'importe quel appariement fera s'allumer l'ampoule).

Les élèves devront réaliser d'une part le circuit extérieur comprenant 3 fils électriques souples, une pile plate et haute de 4,5 V, une ampoule et sa douille et d'autre part tous les circuits au dos de la planche de jeu en reliant tous les éléments à associer avec les bandelettes d'aluminium recouvertes de papier collant pour les isoler.

| Étape 3 – Structuration des acquis

Il existe plusieurs possibilités pour clôturer cette activité. Voici deux propositions.

❶ Les élèves ont réalisé le jeu sur la base de la fiche de consignes fournies.

Invitez-les à repartir des deux hypothèses qu'ils ont rédigées (post-it en début de séquence et avant la réalisation du jeu). En s'appuyant sur l'expérience concrète de fabrication du jeu, les élèves rédigent un écrit à propos de l'évolution de leurs idées sur le fonctionnement du jeu. Par exemple,

À propos du fonctionnement du jeu de type « Électro » ...

Au départ, je pensais que...

Maintenant, je sais que...

❷ Les élèves ont travaillé de façon plus autonome, sans la fiche de consignes.

Invitez-les à s'appuyer sur les savoirs et savoir-faire acquis lors de la séquence et sur l'expérience concrète de fabrication du jeu pour rédiger une notice la plus complète possible pour que des élèves (d'une autre classe par exemple) puissent fabriquer le jeu du type « Électro ». Si le texte injonctif a déjà été abordé avec les élèves, ça pourrait être une occasion de revenir sur les caractéristiques d'un tel écrit rédigé à l'impératif ou à l'infinitif. Par exemple :

1. Collez la planche de jeu sur le carton.
2. Percez un trou à côté de chaque élément présent sur la planche.
3. ...

Dans un cas comme dans l'autre, lors de la mise en commun, il faudra veiller à ce que les élèves mettent en évidence les concepts et notions développés lors de la séquence : contacts, circuits fermés, conducteurs, isolants, etc.

Cette activité de clôture, qui est à réaliser individuellement, est complexe et nécessitera vraisemblablement un guidage de l'enseignant lors de la mise en commun.

FICHE 6 – INSTRUCTIONS POUR LA FABRICATION D'UN JEU DE TYPE « ÉLECTRO »

Matériel pour chaque groupe

- Trois fils électriques souples pour le circuit extérieur (environ 20 cm chacun)
- Une pile plate de 4,5 V
- Une ampoule et sa douille
- Du papier aluminium
- La planche de jeu reprenant les associations à réaliser
- Un carton format de type A4 (par exemple, un couvercle de boîte à chaussures)
- Une pointe (de compas par exemple) pour percer les trous
- Une paire de ciseaux pour dénuder les extrémités des fils électriques et découper le papier aluminium
- De la colle pour coller chaque bandelette d'aluminium au dos de la planche de jeu
- Du papier collant pour recouvrir les bandelettes d'aluminium afin d'isoler les circuits (le papier collant doit être plus large que les languettes d'aluminium)

Instruction pour la fabrication du jeu

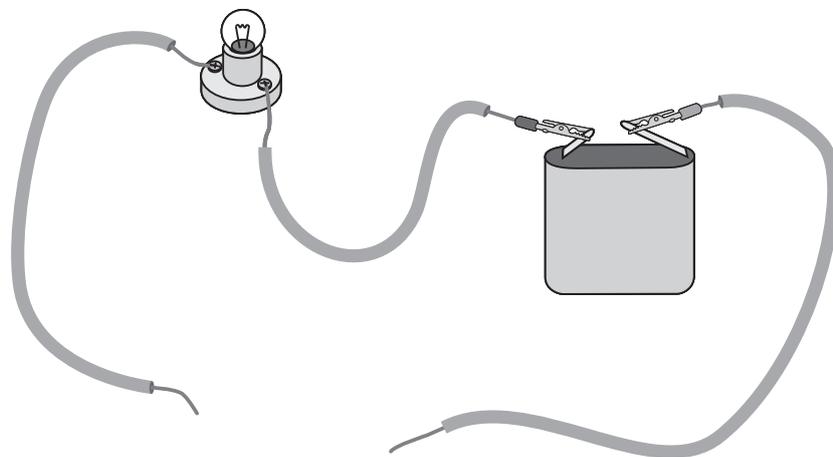
1. Collez la planche de jeu sur le carton.
2. Percez un trou à côté de chaque proposition présente sur la planche (sur les points).
3. Retournez le carton, repérez les éléments à associer et tracez les liens au crayon.
4. Découpez des bandelettes de papier aluminium d'environ 1 cm de largeur et de 20 cm de longueur.



Astuce : pour découper facilement les bandelettes de papier aluminium, pliez une feuille quadrillée en deux et glissez-y une feuille d'aluminium. Découpez ensuite les trois épaisseurs en suivant le quadrillage de la feuille.

5. Reliez un couple de proposition par une bandelette de papier aluminium. Collez la bandelette, puis recouvrez-la soigneusement de papier collant.
6. Procédez de la même façon pour les autres associations du jeu.
7. Réalisez le circuit électrique ouvert comprenant la pile, l'ampoule et sa douille et les trois fils électriques.

FICHE 6 – INSTRUCTIONS POUR LA FABRICATION D'UN JEU DE TYPE « ÉLECTRO »



Circuit électrique ouvert



Illustration du dos d'une planche de jeu

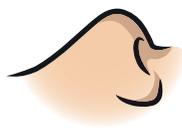
FICHE 7 – PROPOSITION D'UNE PLANCHE
D'UN JEU DE TYPE « ÉLECTRO »



La peau



L'oreille



Le nez



La langue



L'œil

L'odorat

Le toucher

L'ouïe

La vue

Le gout

2 L'ÉVAPORATION

Dans le domaine de savoir relatif à l'air et l'eau, cinq savoirs sont à certifier au terme de l'étape 2. Certains présentent des relations plus ou moins étroites entre eux : les états de l'eau, l'identification des facteurs qui influent sur l'évaporation de l'eau dans l'atmosphère et le cycle de l'eau.

	I	II	III
Les états de l'eau.	↗	C	
Différentes formes d'eau dans l'environnement : neige, brouillard, givre...	↗	C	
Identification des facteurs qui influent sur l'évaporation de l'eau dans l'atmosphère.	↗	C	
Le cycle de l'eau.	↗	C	E
Caractéristiques d'un bulletin météorologique.	↗	C	

Extrait des Socles de compétences

Dans cette section, nous nous intéresserons plus particulièrement au phénomène d'évaporation et de condensation et aux conditions et facteurs qui influencent la vitesse d'évaporation de l'eau.

Cette thématique sera travaillée par le biais d'activités où les élèves seront amenés à se poser des questions, à émettre des hypothèses, à concevoir et à réaliser des expériences pour vérifier leurs hypothèses (tout en étant attentifs aux caractéristiques de la démarche expérimentale), à récolter et organiser les données de l'expérience et à interpréter les résultats pour tirer des conclusions.

2.1 | CONSTATS ISSUS DE L'ÉPREUVE

Si 66 % des élèves savent que l'évaporation est le changement du liquide en gaz, il est interpellant de constater que plus d'un tiers ne répondent pas correctement (malgré le format en QCM de la question).

L'erreur la plus fréquente (et de loin) est la première proposition « gaz en liquide ». Les deux états en lien avec l'évaporation sont présents, mais dans le mauvais ordre. La maîtrise de ce savoir par ces élèves est très approximative. Il est probable que certains aient « vu » les mots évaporation, gaz et liquide et aient coché directement sans lire attentivement la question et les propositions.

En revanche, mobiliser ses savoirs sur le phénomène d'évaporation en situation d'investigation scientifique pose problème à une majorité d'élèves.

Laura sait que l'eau et le vinaigre s'évaporent.

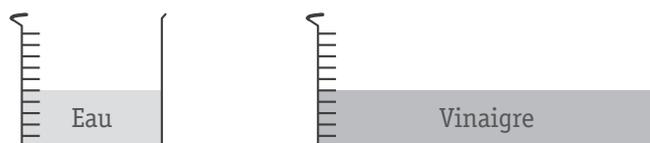
a) **COCHE** la case qui explique ce qu'est l'évaporation.

L'évaporation est le changement du...

- gaz en liquide.
- liquide en solide.
- gaz en solide.
- liquide en gaz.

Laura fait une expérience pour savoir si après 3 jours, c'est l'eau ou le vinaigre qui se sera le plus évaporé.

Elle verse de l'eau dans un récipient et du vinaigre dans un autre, comme ceci.



Laura place ensuite les deux récipients pendant 3 jours l'un à côté de l'autre sur l'appui de fenêtre.

Laura commet une erreur dans sa façon de réaliser son expérience. Laquelle ?

b) **EXPLIQUE** avec tes mots.

Moins d'un élève sur deux répond correctement à l'item ci-dessus. Pour être correcte, la réponse devait faire référence à la différence de récipients, à la différence de quantité de liquide ou à la surface d'évaporation. Cet item fait intervenir la **notion de contrôle des variables lors d'une expérience**. Notion qui pose manifestement problème à de nombreux élèves comme en atteste l'analyse des réponses erronées. Une proportion non négligeable d'élèves considère que Laura aurait dû mélanger l'eau et le vinaigre pour que ça s'évapore. Ces élèves ne tiennent absolument pas compte de la question que l'on cherche à tester avec l'expérience. D'autres pensent que Laura n'aurait pas dû mettre les récipients sur l'appui de fenêtre ou qu'il faut les mettre dans le frigo. Certains répondent que le vinaigre ne s'évapore pas, alors que la première phrase de la situation est « Laura sait que l'eau et le vinaigre s'évaporent ». Il est probable que de nombreux élèves aient déjà « entendu parler » de l'évaporation de l'eau, mais pas de celle du vinaigre. Dès lors, ils considèrent que seule l'eau s'évapore. Ce raisonnement est en contradiction avec la démarche scientifique qui exige que toute idée, hypothèse ou question soit testée et vérifiée avant de devenir éventuellement un savoir scientifique.

Les réponses correctes évoquent la différence de récipients et la différence de quantité de liquide, mais pas la surface d'évaporation.

Dans la question ci-dessous, les élèves devaient « simplement » examiner les données récoltées lors d'une expérience pour constater que le vinaigre s'évapore plus (ou plus vite) que l'eau (ou inversement) ou qu'il reste moins de vinaigre que d'eau (ou inversement).

Seuls 42 % des élèves écrivent une conclusion de ce type.

Marco, un élève de la même classe, fait une autre expérience sur l'évaporation de l'eau et du vinaigre.

Il mesure les volumes d'eau et de vinaigre deux fois par jour pour voir quelle quantité s'est évaporée.

Voici ses résultats.

Jour	Heure	Quantité d'eau (cl)	Quantité de vinaigre (cl)
Lundi	10 h	100	100
	15 h	97	95
Mardi	10 h	95	93
	15 h	89	84
Mercredi	10 h	88	82
	15 h	86	78

Utilise les résultats de Marco pour **ÉCRIRE** une conclusion qu'il peut tirer de son expérience.

Il est probable que **le concept de conclusion reste difficile** pour des élèves de cet âge. Il s'agit pourtant de l'aboutissement d'une démarche d'investigation scientifique.

Si on avait demandé aux élèves de lire les données et de répondre à la question « *quel liquide s'est évaporé le plus ?* », ils n'auraient certainement eu aucune difficulté à répondre.

En situation d'enseignement-apprentissage, **il est intéressant de laisser les élèves formuler librement leurs constats plutôt que de leur proposer des questions précises.**

Les enquêtes sur le sujet montrent que souvent les élèves savent que la chaleur est un facteur qui favorise l'évaporation. C'est beaucoup moins le cas pour la ventilation, la sécheresse de l'air et la surface d'évaporation.

Pourtant, une question posée au prétest (mais abandonnée pour des raisons statistiques pour le test définitif) avait montré que si les élèves savent que la chaleur accélère l'évaporation, ils éprouvent de grandes difficultés

Marco remarque que plus d'eau et de vinaigre se sont évaporé entre 10h et 15h le mardi qu'entre les mêmes heures le lundi et le mercredi.

ÉCRIS une raison possible de l'évaporation plus importante d'eau et de vinaigre le mardi.

à utiliser ce savoir pour interpréter des données et expliquer un phénomène.

Seuls 23 % des élèves avaient évoqué la chaleur, le soleil ou l'air plus sec pour expliquer l'évaporation plus importante des deux liquides le mardi.

2.2 | INTENTIONS ET COMMENTAIRES

Dans les activités proposées, une notion de base relative aux changements d'états de la matière est abordée : l'identification des facteurs qui influencent la vitesse d'évaporation de l'eau.

Dans l'encadré ci-dessous, nous proposons une clarification de quelques notions liées à l'évaporation¹¹, à destination des enseignants. Ces notions, et en particulier l'explication microscopique du phénomène, ne sont absolument pas destinées aux élèves de l'enseignement primaire.

Une substance peut se trouver à l'état solide, liquide ou gazeux. Elle peut aussi changer d'état :

- de l'état solide, la matière peut passer à l'état liquide (fusion) ou à l'état de gaz (sublimation) ;
- de l'état liquide, elle peut passer à l'état solide (solidification) ou à l'état de gaz (vaporisation) ;
- de l'état gazeux, elle peut passer à l'état liquide (condensation) ou à l'état solide.

Nous nous intéressons ici plus particulièrement au **passage de l'eau de l'état liquide à l'état gazeux** (vaporisation). L'eau semble disparaître, mais en réalité, elle passe dans l'air sous forme de gaz.

L'un des modes de vaporisation est **l'ébullition**. Lorsqu'on chauffe de l'eau dans une casserole, on voit des bulles grossir et s'élever dans l'eau, puis éclater à la surface. Les bulles qui éclatent libèrent la vapeur d'eau qu'elles contenaient. Cette vapeur se disperse dans l'espace, elle se mélange à l'air et on ne la voit plus.

L'autre mode de vaporisation est **l'évaporation**. C'est un processus par lequel on retrouve le même changement d'état : l'eau se transforme en vapeur. L'évaporation est un phénomène lent mais dynamique qui peut se produire à toute température. Il peut s'expliquer d'un point de vue microscopique.

Au hasard de l'agitation désordonnée, des molécules s'entrechoquent sans cesse. Certaines d'entre elles, à la surface, bénéficient d'une impulsion suffisante pour quitter le liquide et devenir des molécules libres (c'est-à-dire des molécules à l'état de vapeur). Grâce à cette impulsion, chaque molécule qui quitte le liquide emporte avec elle une certaine quantité d'énergie. Le liquide résiduel s'appauvrit en énergie et donc se refroidit. Au même moment où des molécules s'échappent du liquide, d'autres molécules, présentes dans l'air juste au-dessus de la surface, reviennent dans le liquide au hasard de leur trajectoire. Suivant la quantité respective de molécules qui sortent du liquide et qui y reviennent, on observe globalement soit une évaporation, soit une condensation, soit aucun changement si les quantités s'équilibrent (c'est le cas par exemple lorsque l'on place le liquide dans un récipient fermé).

Le phénomène d'évaporation d'un liquide à l'air libre peut être favorisé par différents facteurs. Autrement dit, la vitesse d'évaporation du liquide dépend de plusieurs conditions :

- la température ;
- la surface de contact entre le liquide et l'air ;
- la ventilation au-dessus du liquide ;
- l'humidité de l'air et la nature du liquide.

¹¹ Ces informations sont issues ou inspirées des documents suivants :

- Fondation *La main à la pâte*, <<https://www.fondation-lamap.org/fr/page/11049/levaporation>>
- *Évaluation externe en 5^e année de l'enseignement primaire – Pistes didactiques – Éveil – Initiation scientifique – Dossier pour les enseignants*, Ministère de la Communauté française, 2002, <http://enseignement.be/download.php?do_id=2925>
- ESCALIER J., *Guide pédagogique - Sciences Cycle 3-niveau 1*, Coll. A monde ouvert, Hachette Education, 1996

2.2.1 | ACTIVITÉ 1 – DES EXPÉRIENCES POUR IDENTIFIER LES FACTEURS QUI FAVORISENT L'ÉVAPORATION

« La pensée prime sur l'action. La conception d'un dispositif expérimental bien pensé s'appuie sur des hypothèses préalables. Les hypothèses à tester viennent souvent des préconceptions des élèves¹² » qu'il s'agit de faire évoluer pour les amener à porter un regard scientifique sur les phénomènes étudiés.

L'activité ci-dessous est inspirée d'une expérience présentée dans les *Pistes didactiques* de 2001¹³. Certaines étapes ont été modifiées (la mise en situation notamment). Il s'agit de vérifier, par l'expérience, l'influence de deux facteurs sur la vitesse d'évaporation de l'eau (la chaleur et la surface d'évaporation).

| Bref aperçu de la séquence

Pour débiter l'activité, les élèves expriment toutes leurs idées à propos de situations qu'ils ont déjà observées où il y avait de l'eau et où cette eau semble avoir disparu. Ils sont alors invités à émettre des hypothèses explicatives sur ce qui s'est passé avec l'eau.

Les élèves sont ensuite amenés à réaliser en sous-groupes une expérience portant sur les temps de séchage de papiers essuie-tout placés dans différentes conditions : il s'agit de faire varier la température et la surface de contact avec l'air (surface d'évaporation). Les enfants doivent prendre des mesures (temps et masse) afin d'observer l'évolution du phénomène d'évaporation.

Les données recueillies doivent alors être organisées pour permettre l'analyse des variables sous étude et permettre d'établir les premiers constats.

Les résultats obtenus par chaque groupe sont confrontés en vue de rechercher une première forme de validation (reproductibilité de l'expérience et comparaison des résultats). Une deuxième forme de validation est ensuite réalisée par confrontation aux résultats d'une autre expérience portant sur l'évaporation de l'eau.

| Étape 1 – Émergence de l'énigme et émission d'hypothèses

Lancez l'activité sur la base de toutes les idées des élèves de situations où il y avait de l'eau et où cette eau semble avoir disparu. Par exemple, les flaques d'eau sur la route ou dans la cour, le linge mouillé pendu au fil, les cheveux mouillés séchés avec le sèche-cheveux, le maillot qui sèche au soleil après la baignade, le verre oublié sur la table de la terrasse où il a plu, l'évier qui se vide quand je tire le bouchon, etc.

Après avoir noté les idées au tableau, faites procéder à un premier tri par les élèves. « *Se passe-t-il la même chose avec l'eau quand le linge mouillé sèche et quand l'eau du verre a disparu parce que je l'ai bue ?* » Amenez les élèves à ne conserver que les idées où l'eau semble avoir disparu « toute seule ».

Les élèves émettent alors des hypothèses sur ce qu'est devenue l'eau qui semble avoir disparu. À ce stade, les phénomènes d'évaporation et d'infiltration devraient être évoqués. Il s'agit alors de centrer les élèves prioritairement sur l'évaporation, de les faire passer des termes « l'eau sèche » à « l'eau s'évapore ».

Faites ensuite s'interroger les élèves sur les conditions dans lesquelles parfois l'eau s'évapore rapidement ou au contraire très lentement.

¹² DARO S., STOUVENAKERS N., GRAFTIAU M.-C., *Faire des sciences entre 10 et 14 ans, c'est mener une démarche d'investigation. Un outil à l'usage des enseignants pour favoriser une continuité des apprentissages en sciences lors de la liaison primaire secondaire*, Ministère de la Communauté française, 2009

¹³ *Évaluation externe en 5^e année de l'enseignement primaire – Pistes didactiques – Éveil – Initiation scientifique – Dossier pour les enseignants*, Ministère de la Communauté française, 2002, <http://enseignement.be/download.php?do_id=2925>

| Étape 2 - Recherche de situations expérimentales permettant de valider quantitativement le rôle des facteurs qui influencent la vitesse d'évaporation de l'eau

Lors de cette phase, on veillera à attirer l'attention des élèves sur les conditions d'une expérience valide :

- on doit **faire agir un seul facteur à la fois**, faute de quoi, il sera impossible de savoir à quel facteur on doit attribuer le résultat observé ;
- on doit comparer les temps mis pour que **la même quantité d'eau** s'évapore dans différentes situations.

Concrètement, les élèves seront amenés à vérifier par exemple que le radiateur où l'on dépose les essuie-tout chauffe de façon uniforme sur toute sa surface ou que parmi les tables où l'on dépose les essuie-tout, certaines ne sont pas exposées au soleil pendant l'expérience.

On dispose du matériel suivant : des feuilles d'essuie-tout, de l'eau froide, une éprouvette graduée ou une seringue en plastique graduée, une (des) montre(s), une balance digitale, quelques feuilles d'aluminium sur lesquelles seront déposées les feuilles d'essuie-tout pour l'absorption de l'eau.

La détermination du plan expérimental peut être gérée collectivement. « *Nous voulons vérifier l'influence de la température et de la surface de contact avec l'air sur la vitesse d'évaporation. Comment faire ? À quoi faut-il être attentif ? Que faut-il mesurer ? Peut-on préparer un tableau pour le recueil des données ?* »...

| Réflexions à prendre en compte lors de la détermination du plan expérimental

Il faut faire varier les conditions liées aux deux facteurs sous étude. Les élèves peuvent proposer plusieurs températures et plusieurs types de pliage. Chaque enseignant décide de l'étendue des variables à étudier (ex. : essuie-tout non plié, plié en deux, plié en quatre...). La suite du déroulement de la séquence proposée porte sur quatre conditions expérimentales issues de la combinaison de deux modalités pour chacun des facteurs : essuie-tout non plié et posé sur le radiateur ; essuie-tout plié en quatre et posé sur le radiateur ; essuie-tout non plié et posé sur la table ; essuie-tout plié en quatre et posé sur la table.

Il faut être attentif à ce que la quantité d'eau absorbée par les différents essuie-tout soit équivalente. Il ne faut pas non plus qu'ils soient trop mouillés sinon ils risquent de se déchirer. On propose d'utiliser une seringue graduée en plastique et de faire absorber par chaque essuie-tout 8 ou 10 ml d'eau. L'eau est versée sur la feuille d'aluminium déposée sur la table puis recouverte de l'essuie-tout jusqu'à absorption complète.

Il est intéressant d'effectuer des pesées à différents moments afin d'avoir deux variables à analyser : la masse et le temps. Ceci permettra des analyses plus riches. On considère que l'eau s'est complètement évaporée des essuie-tout lorsque ceux-ci sont revenus à leur poids initial (dans le cas présent, 1 gr.).

Il est utile de prévoir un tableau permettant le recueil des données. Par ailleurs, il est intéressant de prendre des mesures assez rapprochées au début de l'expérience parce que les essuie-tout posés sur le radiateur sèchent assez vite. Par la suite, les mesures peuvent être moins rapprochées puisque le temps de séchage de l'essuie-tout plié et posé sur la table prend beaucoup de temps pour sécher (souvent plus de deux heures). Un tableau du type de celui présenté ci-dessous peut être réalisé avant de débiter l'expérience.

Exemple de tableau de relevé des données complété¹⁴

	Masse de l'essuie-tout (en grammes)			
	Plié et posé sur le radiateur	Ouvert et posé sur le radiateur	Plié et posé sur la table	Ouvert et posé sur la table
Essuie-tout sec	1 gr	1 gr	1 gr	1 gr
Essuie-tout mouillé Temps 0	9 gr	9 gr	9 gr	9 gr
Après 5 min	8 gr	4 gr	8 gr	6 gr
Après 10 min	6 gr	1 gr (sec)	7 gr	3 gr
Après 20 min	4 gr		7 gr	2 gr
Après 30 min	1 gr (sec)		5 gr	1 gr (sec)
Après 45 min			4 gr	
Après 1 h 00			4 gr	
Après 1 h 30			2 gr	
Après 1 h 45			2 gr	
Après 2 h 00			2 gr	
Après 2 h 15			1 gr (sec)	

| Étape 3 - Réalisation de l'expérience

Lorsque le dispositif de recherche a été déterminé collectivement, les élèves sont répartis en groupes afin de réaliser l'expérience. Les différentes tâches peuvent être attribuées aux membres du groupe : le maître du temps, le responsable des pesées, le responsable du recueil des données (qui les note dans le tableau) et le rapporteur (qui présentera les résultats du groupe à la classe).

Pendant les temps morts, les élèves doivent rédiger un compte-rendu expliquant le déroulement de l'expérience et ses objectifs. On y reviendra en fin de séquence au moment de l'écrit de synthèse et de la généralisation des constats.

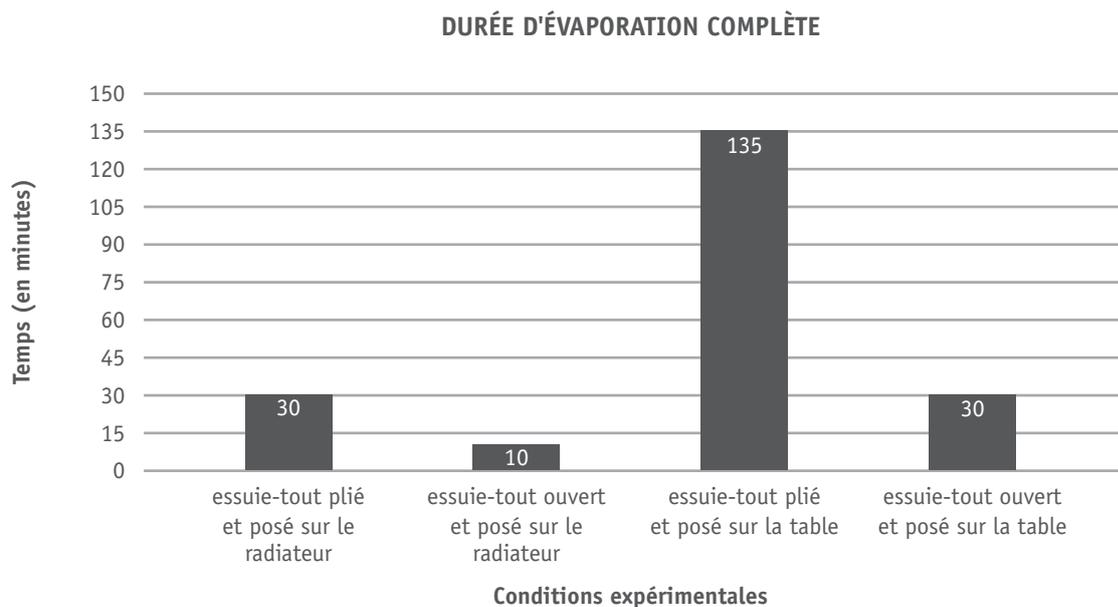
¹⁴ Dans l'expérience présentée ici, le temps de séchage de l'essuie-tout plié et posé sur le radiateur est identique à celui de l'essuie-tout non plié et posé sur la table. Les temps de séchage dans ces deux conditions expérimentales sont généralement proches, mais c'est un hasard s'ils sont tout à fait équivalents dans le cas présent.

| Étape 4 – Présentation des résultats

Les élèves terminent leur rapport de recherche en complétant le mode opératoire par une présentation des résultats de l'expérience. Ils exploitent les données recueillies et organisées dans le tableau pour faire des constatations et tirer de premières conclusions.

Les élèves peuvent aussi être invités à rechercher d'autres formes de présentation des résultats. La compétence *Communiquer, sous la forme d'un diagramme en bandelettes ou en bâtonnets, des informations données dans un tableau* est effectivement à certifier au terme de l'étape 2. Il est donc intéressant de les y habituer progressivement.

Exemple de graphique illustrant les durées d'évaporation complète dans les quatre conditions expérimentales



Les études sur le sujet montrent que très souvent les élèves savent que la température influence la vitesse d'évaporation de l'eau. C'est beaucoup moins le cas pour la surface d'évaporation. Nous proposons une petite activité supplémentaire pour vérifier très facilement l'impact de ce facteur.

| Étape 5 – Approfondissement de la notion de surface d'évaporation

Si les élèves ont « intuitivement » conscience que leur maillot roulé en boule dans leur sac après la piscine séchera moins vite que s'il est soigneusement étendu, sont-ils pour autant capables d'identifier la surface de contact avec l'air comme facteur explicatif du phénomène ?

Lors d'une discussion collective, revenez aux résultats de l'expérience réalisée par les élèves. « *Pourquoi l'évaporation est-elle plus rapide quand l'essuie-tout est déplié ?* » Menez un débat à propos des différentes explications fournies par les élèves. Amenez-les à préciser leurs idées au maximum. « *Que veux-tu dire quand tu dis que... ? Est-ce que tout le monde est d'accord ?* »...

L'idée est d'amener progressivement les élèves à évoquer la surface d'évaporation (surface de contact avec l'air). « *Comment vérifier d'une autre façon l'impact de ce facteur ?* »

Laissez les élèves réfléchir aux différentes possibilités, puis proposez une nouvelle expérience pour mesurer l'impact de ce facteur. À l'aide d'un récipient gradué, faites verser une quantité d'eau identique (pas trop importante) dans un verre étroit et dans un récipient large (par exemple une assiette). Les élèves placent le verre et l'assiette sur un même radiateur (« *pourquoi un même radiateur ?* »). Les élèves mesureront alors les quantités d'eau restantes dans le verre et dans l'assiette trois jours d'affilée (de préférence à la même heure). Les mesures seront réalisées en versant l'eau restante du verre et de l'assiette dans le récipient gradué avant de la reverser dans les récipients initiaux. Ils consigneront leurs observations dans un tableau. Il faut insister pour que ces manipulations soient réalisées extrêmement soigneusement. Faites en sorte que les élèves s'interrogent sur les biais possibles si par mégarde de l'eau se renversait.

Remarque : vu que cette petite expérience sur la surface d'évaporation consiste en trois prises de mesure sur trois jours, l'activité principale (essuie-tout) peut être poursuivie dans le même temps.

| Étape 6 – Validation des résultats par confrontation entre les différents groupes

Chaque groupe présente ses propres résultats et une comparaison globale peut ainsi être effectuée.

- « *Arrive-t-on aux mêmes conclusions dans chaque groupe ?* » Si l'expérience a été réalisée de façon rigoureuse, ça devrait être le cas. Si ce n'est pas le cas, faites s'interroger les élèves sur l'origine possible des différences.
- « *Trouve-t-on le même "ordre de séchage" dans chaque groupe ?* »
- « *Trouve-t-on les mêmes temps d'évaporation dans chaque groupe ? Cela se vérifie-t-il dans les quatre conditions expérimentales ?* »
- « *Si on compare les masses des essuie-tout après un temps donné, trouve-t-on la même masse dans chaque groupe ? Cela se vérifie-t-il pour chaque condition ?* »

| Étape 7 – Validation des résultats par confrontation avec une autre expérience sur l'évaporation et écrit de synthèse finale

Invitez les élèves à examiner l'expérience présentée aux fiches 1a et 1b. Individuellement, les élèves répondent aux deux questions situées en bas de la fiche 1c :

- « *Les résultats de l'expérience présentée permettent-ils de confirmer certains de vos propres résultats ?* »
- « *Les résultats de l'expérience présentée permettent-ils de tirer d'autres conclusions à propos des facteurs qui influencent la vitesse d'évaporation ?* »

Faites procéder à une confrontation des réponses et menez un débat qui devra déboucher sur l'identification des trois facteurs qui influencent la rapidité d'évaporation de l'eau : la température, la surface de contact avec l'air et l'agitation de l'air (le vent).

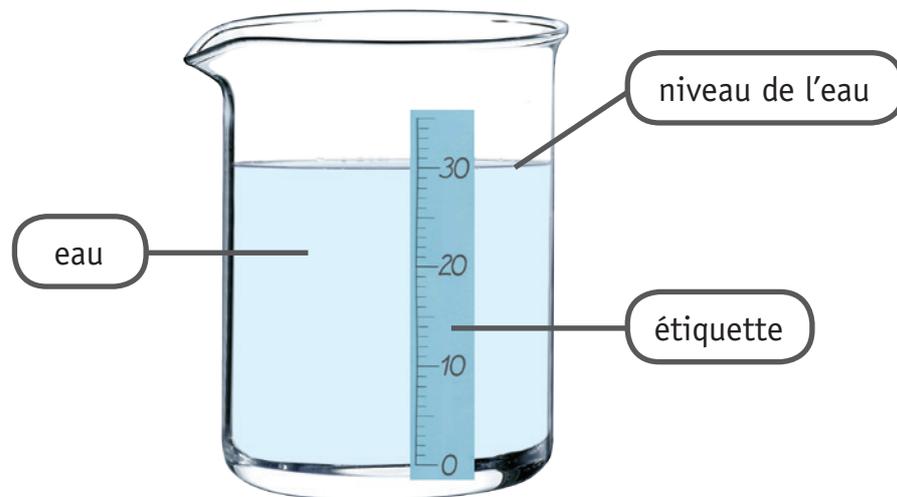
L'écrit final devra également comprendre la clarification suivante : lors de l'évaporation, l'eau ne « disparaît pas ». Elle est présente dans l'air (l'atmosphère) sous forme de vapeur d'eau invisible. Bien que la chaleur accélère le phénomène, l'évaporation peut se produire à toute température. L'évaporation est donc le passage de l'eau de l'état liquide à l'état gazeux.

FICHE 1a – L'ÉVAPORATION DE L'EAU

DES ÉLÈVES S'INTERROGENT SUR L'ÉVAPORATION DE L'EAU

Pour cela, ils procèdent à des expérimentations.

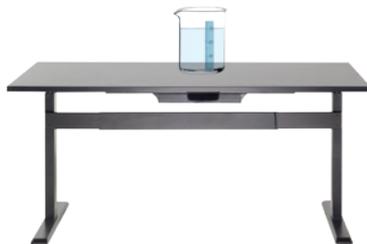
- 1 Ils versent **une même quantité d'eau** dans des récipients identiques.
- 2 Sur chaque récipient, à la même hauteur, ils collent une étiquette graduée en mm, pour noter le niveau de l'eau au début et à la fin de l'expérience.



- 3 Ensuite, les élèves placent les récipients dans des endroits différents :



sur le radiateur chaud



sur une table dans la classe



dans le frigo

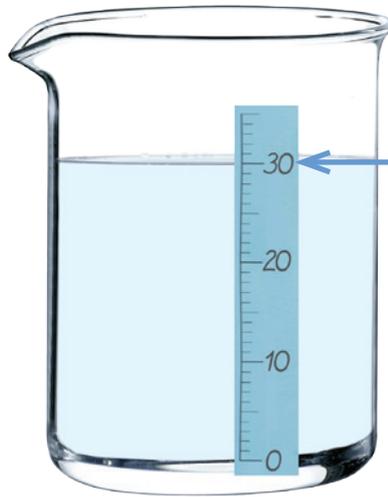


devant un ventilateur allumé

- 4 Les élèves relèvent les niveaux atteints par l'eau après 24 h et après 48 h.

FICHE 1b – L'ÉVAPORATION DE L'EAU

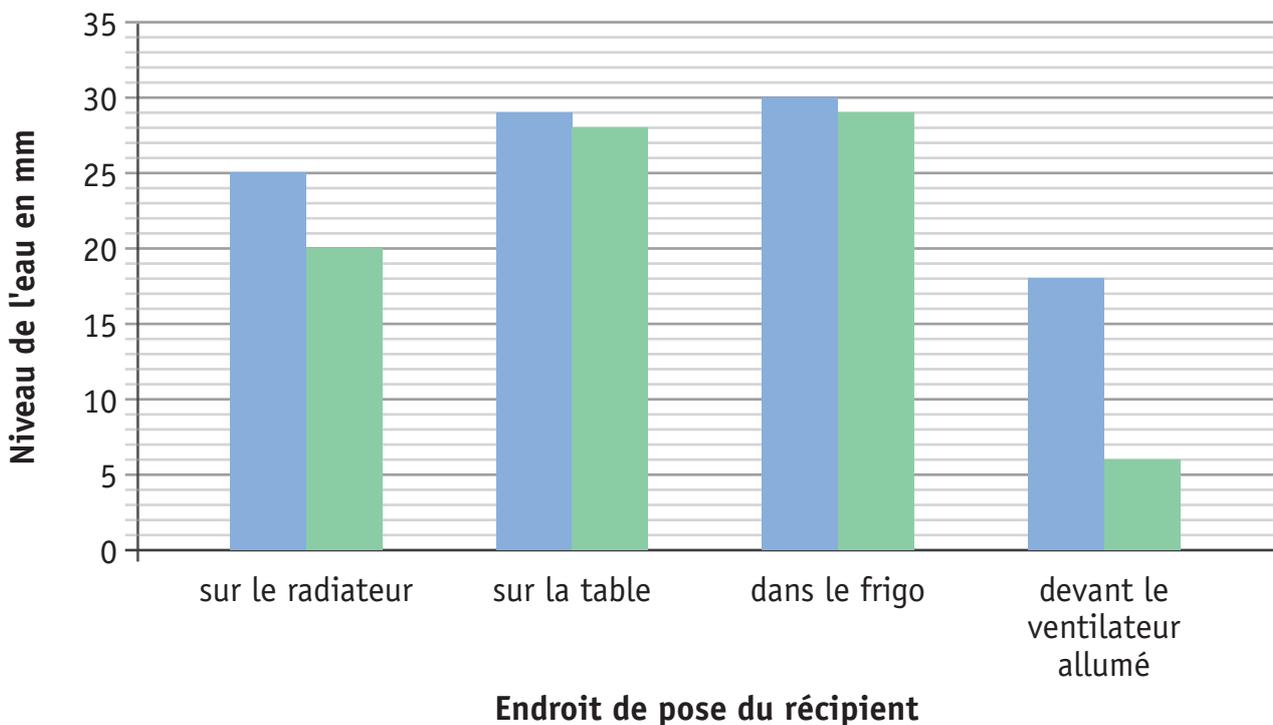
RÉSULTATS OBTENUS



Au départ de l'expérience, le niveau de l'eau du récipient **arrive à 30 mm** sur la graduation de l'étiquette.

Après 24 h et 48h, les élèves obtiennent les résultats suivants.

Niveaux de l'eau relevés dans les récipients après 24 h et après 48 h



■ niveau de l'eau après 24 h
■ niveau de l'eau après 48 h

FICHE 1c – L'ÉVAPORATION DE L'EAU

Les résultats de l'expérience présentée permettent-ils de confirmer certains de vos propres résultats ? **Expliquez.**

Les résultats de l'expérience présentée permettent-ils de tirer d'autres conclusions à propos des facteurs qui influencent la vitesse d'évaporation ? **Expliquez oralement.**

2.2.2 | ACTIVITÉ 2 - ÉVAPORATION, CONDENSATION ET CYCLE DE L'EAU

| Étape 1 – Réaliser une expérience selon un protocole établi

L'activité est à réaliser en sous-groupes de trois ou quatre élèves. Elle alterne des phases de travail en sous-groupes et des temps de mise en commun et de confrontation des idées et constats. Lors de l'activité, les élèves seront invités à plusieurs reprises à produire un écrit (texte, schéma) pour rendre compte de leurs expériences.

Comme dans toute activité scientifique, il est important de saisir toutes les occasions d'entraîner les élèves à l'écriture des comptes rendus d'expérience et de protocoles expérimentaux.

Ces écrits (textes, schémas, tableaux, graphiques) sont importants et exigent une grande clarté, d'une part parce que les productions peuvent être destinées à une communication aux autres, d'autre part parce que ce travail sur les écrits scientifiques contribue à la structuration des acquis. Il faut habituer progressivement les élèves à plus de précision et de rigueur inhérentes à toute démarche scientifique. Par exemple, il faut inviter les élèves à être précis dans l'utilisation du vocabulaire scientifique spécifique ou à être rigoureux dans les prises de mesures et leur communication.

Matériel à mettre à disposition de chaque groupe :

- Un bol transparent
- Une assiette
- De l'eau bien chaude
- Quelques glaçons
- La fiche 2a – Protocole d'expérimentation
- Pour chaque élève, la fiche 2b – Schéma de l'expérience

Annoncez aux élèves qu'ils auront à réaliser l'expérience en suivant très précisément le protocole fourni (fiche 2a). Pour cette étape, il est important que les élèves n'aient pas l'occasion de voir la fiche 2c.

Remarque : pour des raisons de sécurité, vous pouvez verser vous-mêmes l'eau chaude dans les bols. L'expérience doit être menée assez rapidement, notamment pour éviter que l'eau refroidisse.

Dès que l'expérience est réalisée et que les élèves ont pu faire leurs observations, ils complètent individuellement la fiche 2b – Schéma de l'expérience ; ils doivent réaliser un schéma annoté pour décrire le plus précisément leur expérience et leurs observations. Ils doivent ensuite compléter les deux cadres en quelques phrases (« *Ce que j'ai observé* », « *Comment je l'explique* »). Un **premier écrit individuel** aide les élèves à s'impliquer personnellement dans la tâche.

Dans un second temps, engagez une **discussion en groupe classe**. En circulant entre les bancs, vous aurez sélectionné quelques schémas contrastés que les élèves présenteront à la classe. Les échanges porteront sur les qualités et défauts des différents schémas.

Il est intéressant de faire remarquer aux élèves que les schémas les plus corrects et complets ne sont pas nécessairement les plus esthétiques ou ressemblants.

La suite de la discussion vise alors les explications des phénomènes observés proposées par les élèves.

Exemples de questions-guides pour l'enseignant :

- « *Qu'avez-vous observé ?* »
- « *Avons-nous tous observé la même chose ?* »
- « *Comment peut-on l'expliquer ?* »

Lors de ces échanges, il est intéressant que l'enseignant utilise des questions ouvertes assez larges pour ne pas induire les réponses. Dans le même temps, il doit inciter les élèves à s'expliquer le plus précisément possible (« *Que veux-tu dire par... ?* »), il peut aider les élèves en reformulant certains propos (« *Est-ce que tu veux dire que... ?* ») et renvoyer le débat à l'ensemble de la classe (« *Qu'en pensez-vous ?* »). Dans les exemples de questions ci-dessus, la deuxième « *Avons-nous tous observé la même chose ?* » est importante dans le cadre de la démarche expérimentale. Si les élèves ont tous respecté le protocole d'expérience, ils devraient arriver aux mêmes observations. Si ce n'est pas le cas, il convient d'interroger les élèves sur l'origine possible des différences.

Ce débat devra déboucher sur l'élaboration d'un **premier écrit collectif structurant**. Par exemple, « *Quand nous plaçons l'assiette sur le bol d'eau chaude, de la buée apparaît sur le fond de l'assiette. Quand nous soulevons l'assiette, de la vapeur s'échappe du bol (si les élèves l'ont observé). Quand nous plaçons les glaçons sur l'assiette, (avec le froid) des gouttes d'eau se forment sur le fond de l'assiette et retombent dans le bol.* »

Si les termes précis de « vapeur d'eau », « évaporation » et « condensation » sont apparus dans les discussions, les intégrer dans l'écrit collectif. Si ce n'est pas le cas, s'en tenir aux descriptions et explications des élèves. Ils seront mis en évidence lors de l'étape suivante.

| Étape 2 – Établir des liens entre les constats d'expérience et les phénomènes en jeu dans le cycle de l'eau

Distribuez la fiche 2c – Établir des liens entre l'expérience et le cycle de l'eau à chaque sous-groupe.

Il est demandé aux élèves d'examiner les deux supports, de comparer les deux situations pour **dégager en groupe des points communs** (et des différences) entre l'expérience présentée et les phénomènes en jeu dans le cycle de l'eau. Voici des explications possibles.

Pour favoriser l'implication de tous les élèves du groupe dans la tâche et la qualité des écrits, ils écriront chacun une phrase, après concertation, pour décrire les liens qu'ils ont pu établir entre les deux situations.

En sous-groupes, comparez les deux situations. Mettez-vous d'accord sur les points communs entre l'expérience présentée et les phénomènes en jeu dans le cycle de l'eau. Chacun écrit une phrase pour décrire les ressemblances (ou différences) que vous avez découvertes.

Le point commun c'est les gouttes d'eau de l'expérience et la pluie des précipitations.

En sous-groupes, comparez les deux situations. Mettez-vous d'accord sur les points communs entre l'expérience présentée et les phénomènes en jeu dans le cycle de l'eau. Chacun écrit une phrase pour décrire les ressemblances (ou différences) que vous avez découvertes.

C'est comme un cycle de l'infini. Si tu mets toujours des glaçons, tu vas provoquer des précipitations. Ça répète le cycle.

Lors de la **mise en commun** et des échanges qui s'ensuivent, notez au tableau, en les regroupant par idée, les propositions des élèves en n'excluant pas nécessairement toutes les explications incorrectes. Celles-ci peuvent donner l'occasion de rebondir et de faire corriger par les élèves les interprétations erronées. Par exemple, il n'est pas impossible que les élèves aient voulu à tout prix trouver dans l'expérience un phénomène correspondant à l'infiltration du cycle de l'eau. Si c'est le cas, leur explication ne peut être correcte. Il faut donc les amener à décrire ce qu'est l'infiltration et à constater que l'eau ne peut traverser la paroi du bol (ni l'assiette).

À ce stade, les termes précis « eau, vapeur d'eau, évaporation, condensation, gouttes d'eau, etc. » devraient apparaître. Si ce n'est pas le cas, renvoyez les élèves au schéma du cycle de l'eau et invitez-les à approfondir la réflexion. Sur la base des informations notées au tableau, élaboration de **l'écrit collectif structurant**.

FICHE 2a – PROTOCOLE D'EXPÉRIMENTATION

- 1 Disposez le bol au milieu de la table de façon à ce que chacun puisse observer.
- 2 Versez l'eau chaude jusqu'à environ un tiers de la hauteur du bol.
- 3 Déposez l'assiette sur le bol.
- 4 Après quelques secondes, soulevez l'assiette et observez le fond de l'assiette.
- 5 Recouvrez à nouveau le bol avec l'assiette et disposez les glaçons dessus.
- 6 Dans les minutes qui suivent, observez à travers le bol.
- 7 Individuellement, complétez la fiche 2b – Schéma de l'expérience.

FICHE 2b – SCHÉMA DE L'EXPÉRIENCE

- 1 Réalise un schéma annoté (flèches et mots qui expliquent de quoi il s'agit) pour décrire le plus précisément possible l'expérience et tes observations.

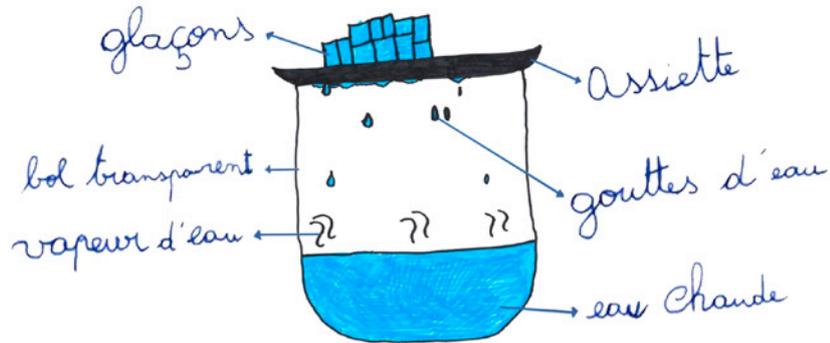
Mon schéma

- 2 Complète les deux cadres suivants.

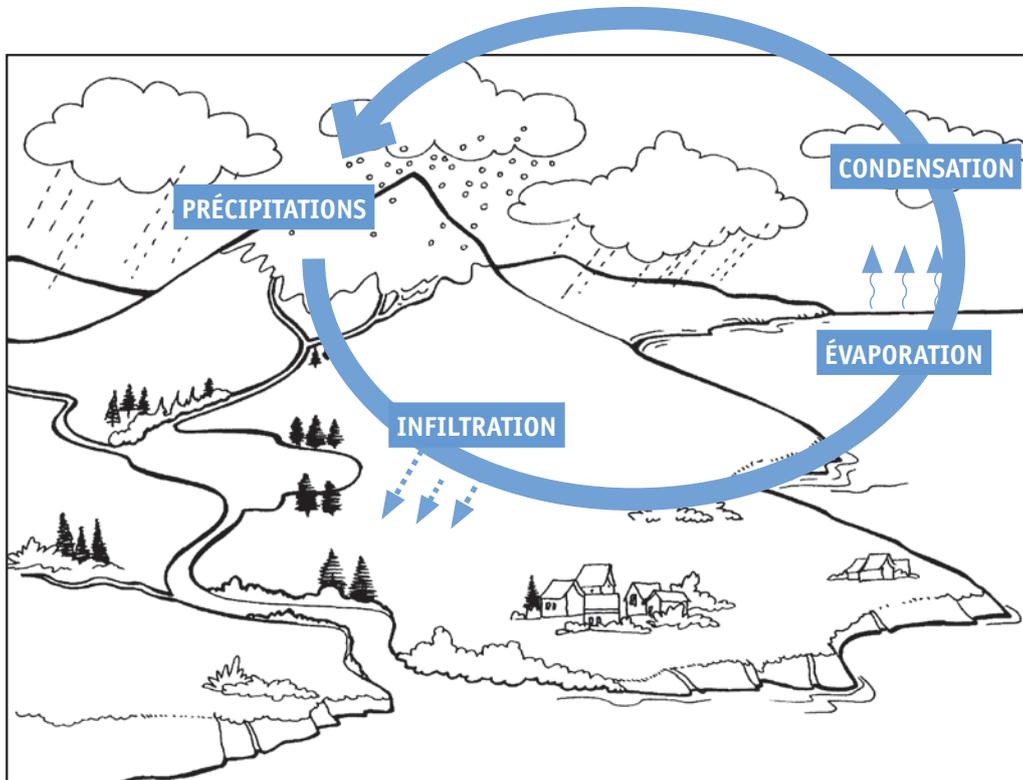
Ce que j'ai observé	Comment je l'explique

FICHE 2c – ÉTABLIR DES LIENS ENTRE L'EXPÉRIENCE ET LE CYCLE DE L'EAU

Karim fait une expérience avec des glaçons. Voici son schéma.



Plusieurs transformations se produisent pendant l'expérience de Karim et lui font penser à des phénomènes qui se produisent dans le cycle de l'eau.



© DVD Marianne 2014 - <http://www.crayaction.be>

En sous-groupes, comparez les deux situations. Mettez-vous d'accord sur les points communs entre l'expérience présentée et les phénomènes en jeu dans le cycle de l'eau. Chacun écrit une phrase pour décrire les ressemblances (ou différences) que vous avez découvertes.

3

RESSOURCES

3.1 | RESSOURCES DE LA FÉDÉRATION WALLONIE-BRUXELLES

- E-classe : portail de ressources au service de l'enseignement, <https://www.e-classe.be/>
- Évaluations externes non certificatives - Éveil/Sciences de 2001 à 2012 : <<http://www.enseignement.be/index.php?page=25186&navi=3208>>
- Évaluations externes non certificatives - Éveil/Sciences de 2018 : <<http://www.enseignement.be/index.php?page=25162&navi=2024>>

3.2 | BIBLIOGRAPHIE RELATIVES À L'ÉLECTRICITÉ

- CASTERMANS T., GILLIS P., MELIN S., *L'électricité : un jeu d'enfants ?*, Ministère de la Communauté française, 2001, <<http://scitech2.umons.ac.be/wp-content/uploads/2016/05/ElecJeuEnfant-UMONS.pdf>>
- GIOT B., DEMONTY I., QUITTRE V., *Les activités scientifiques en classes de 5^e et 6^e années primaires - Deux écrits incontournables : les schémas et les tableaux*, Ministère de la Communauté française, 2009
- DARO S., OLIVERI S., VILLEVAL C., *Une maison bien équipée. La Sciences se vit : une démarche méthodologique pratiquée dans l'enseignement fondamentale à propos de l'eau et de l'électricité*, ASBL Hypothèse, Liège, 2009
- HAAS G., OBLINGER D., *Manipulations en éveil scientifique – Électricité (volume 1)*, Centre d'Autoformation et de Formation continuée, 2009
- Fondation *La main à la pâte*, <<https://www.fondation-lamap.org/fr/page/12069/generalites-sur-les-circuits-electriques>>
- LASALLE M., *D'où vient l'électricité statique et pourquoi cause-t-elle des chocs ?*, Université de Montréal, 2014, <<https://nouvelles.umontreal.ca/article/2014/11/18/dou-vient-lelectricite-statique-et-pourquoi-cause-t-elle-des-chocs>>

3.3 | BIBLIOGRAPHIE RELATIVES À L'ÉVAPORATION

- DARO S., STOUVENAKERS N., GRAFTIAU M.-C., *Faire des sciences entre 10 et 14 ans, c'est mener une démarche d'investigation. Un outil à l'usage des enseignants pour favoriser une continuité des apprentissages en sciences lors de la liaison primaire secondaire*, Ministère de la Communauté française, 2009
- ESCALIER J., *Guide pédagogique - Sciences Cycle 3-niveau 1*, Coll. À monde ouvert, Hachette Éducation, 1996
- Fondation *La main à la pâte*, <<https://www.fondation-lamap.org/fr/page/11049/levaporation>>

PS

Fédération Wallonie-Bruxelles / Ministère
Administration générale de l'Enseignement
Avenue du Port, 16 – 1080 Bruxelles
www.fw-b.be – 0800 20 000

Graphisme : Olivier VANDEVELLE - olivier.vandeville@cfwb.be
Juin 2019

Le Médiateur de la Wallonie et de la Fédération Wallonie-Bruxelles
Rue Lucien Namèche, 54 – 5000 NAMUR
0800 19 199
courrier@le-mediateur.be

Éditeur responsable : Quentin DAVID, Directeur général

La « Fédération Wallonie-Bruxelles » est l'appellation désignant usuellement la « Communauté française »
visée à l'article 2 de la Constitution