



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE
ET DE LA JEUNESSE

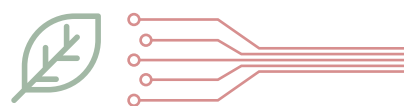
*Liberté
Égalité
Fraternité*

VADEMECUM



Mai 2023

**Enseigner les sciences et la
technologie à l'école primaire**

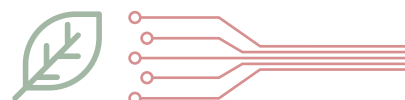


Sommaire

| | |
|---|-----------|
| Introduction | |
| Pourquoi enseigner les sciences et la technologie à l'école primaire? | 5 |
| Partie 1 | |
| Enjeux | 6 |
| Comment favoriser les apprentissages en sciences et en technologie à l'école primaire? | 6 |
| Le savoir scientifique et le savoir scolaire | 6 |
| Les apprentissages et l'institutionnalisation des connaissances..... | 7 |
| La progressivité des apprentissages à l'échelle d'un cycle | 7 |
| L'enseignement des sciences et de la technologie contribue à l'acquisition des savoirs fondamentaux..... | 7 |
| Comment enseigner les sciences et la technologie à l'école primaire?..... | 9 |
| De l'exploration du monde à la découverte des sciences et de la technologie..... | 9 |
| L'implication des élèves conditionne la réussite de l'enseignement de sciences et de technologie | 10 |
| La pluralité des activités et les choix dans la construction de la situation pédagogique | 12 |
| L'importance centrale des langages..... | 13 |
| La nécessité de structurer les apprentissages | 17 |
| Partie 2 | |
| Des exemples de mises en œuvre et les repères associés | 19 |
| Exemple n° 1 de mise en œuvre : expérimentons la matérialité de l'air | 20 |
| Intentions pédagogiques - Enjeux | 20 |
| Description de la séquence - scénario pédagogique | 20 |
| Déroulement de la séance n° 1 : comment est née l'invention du premier aérostat? | 22 |
| Déroulement de la séance n° 2 : comment gonfler un ballon de baudruche à l'aide d'un matériel simple? | 24 |
| Déroulement de la séance 3 : évaluation sommative..... | 28 |
| Prolongements de la séance et partenariats/personnes-ressources..... | 28 |
| Repères associés à l'exemple n° 1 | 29 |
| Thème - Les états physiques de la matière..... | 29 |
| Connaissances fondamentales et lexique spécifique associé | 29 |
| Thème - Mélanges et transformations de la matière | 35 |



| | |
|---|-----------|
| Exemple n° 2 de mise en œuvre : le robot chenille | 38 |
| Intentions pédagogiques - Enjeux | 38 |
| Description de la séquence - scénario pédagogique | 39 |
| Déroulement de la séance 1 : étudier et décrire le fonctionnement du robot | 41 |
| Déroulement de la séance 2 : représenter le robot par un ou des schémas..... | 43 |
| Déroulement de la séance 3 : comment modifier un objet technique pour améliorer son déplacement en fonction de la nature du sol? | 44 |
| Déroulement de la séance 4 : modification de l'objet technique | 47 |
| Repères associés à l'exemple n° 2..... | 49 |
| Thème - Notion de contrainte..... | 49 |
| Thème - Mouvements : observer et décrire différents types de mouvements | 54 |
| Exemple n° 3 de mise en œuvre : opération escargots, un programme de sciences participatives au service de la biodiversité | 60 |
| Intentions pédagogiques/Enjeux | 61 |
| Description de la séquence - Scénario pédagogique | 62 |
| Déroulement de la séance 1 : les escargots, un groupe biologique méconnu | 62 |
| Déroulement de la séance 2 : réalisation du protocole « opération Escargots » | 67 |
| Déroulement de la séance 3 : exploiter les résultats | 69 |
| Déroulement de la séance 4 : agir pour favoriser la présence d'escargots et de limaces dans un milieu | 73 |
| Repères associés à l'exemple n° 3..... | 77 |
| Thème - Expliquer l'origine de la matière organique des êtres vivants et son devenir | 77 |
| Thème - La biodiversité et son devenir | 81 |



Introduction

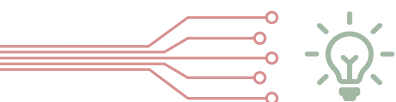
Pourquoi enseigner les sciences et la technologie à l'école primaire ?

À l'école primaire, les élèves sont amenés à découvrir le monde et à le questionner avec l'aide de leurs professeurs. Leurs premiers apprentissages s'appuient sur l'observation, la manipulation, l'expérimentation, et des enseignements progressifs du simple au complexe. Les élèves font ensuite l'expérience que les connaissances qu'ils acquièrent leur permettent d'apporter des réponses aux premières questions d'ordre scientifique ou technologique qu'ils formulent. De l'école maternelle au cours moyen, leurs connaissances en sciences et en technologie s'enrichissent et se consolident, leur capacité à raisonner s'affine.

L'enseignement des sciences et de la technologie revêt un enjeu culturel en soi, celui de la perpétuation d'un patrimoine universel particulier, fruit de l'intelligence humaine. Cela impose que soient posées très tôt les fondations nécessaires aux apprentissages en sciences et en technologie qui se poursuivront tout au long de la scolarité des élèves.

Par l'éducation aux méthodes scientifiques, la pratique du raisonnement et l'apport de connaissances grâce à des enseignements structurés, les élèves développent leur esprit critique et appréhendent la distinction entre ce qui relève de la science et de la technologie et ce qui relève d'une opinion ou d'une croyance. L'enseignement des sciences et de la technologie à l'école primaire contribue à la formation de futurs citoyens « éclairés », outillés pour prendre en considération les questions vives qui bousculent les sociétés modernes (enjeu climatique, biodiversité, développement durable, transitions écologique et numérique, vivre ensemble, enjeux de santé). En effet, cet enseignement les conduit vers la compréhension de choix technologiques respectueux des ressources utilisées pour fabriquer des objets visant à répondre aux besoins de notre société et à améliorer notre quotidien.

Cet enseignement poursuit par ailleurs les objectifs suivants : cultiver la curiosité des enfants, stimuler chez eux l'appétence pour ces domaines de connaissances en perpétuelle évolution, mais aussi susciter des vocations autant chez les filles que chez les garçons pour les carrières scientifiques et technologiques. Des enjeux nationaux motivent ces objectifs afin d'assurer la pérennité d'une communauté scientifique de qualité (chercheurs, ingénieurs, techniciens), nécessaire au développement économique et social d'une société. Le rôle des professeurs, qui transmettent ces savoirs et cette culture, s'avère essentiel pour ouvrir en classe des temps d'exploration et de découvertes scientifiques et technologiques. Une attention particulière est portée par le professeur à une lutte consciente contre le déterminisme concernant les filles en sciences et technologie, dès le plus jeune âge. Au-delà des enjeux énumérés ci-dessus qui pourraient paraître ambitieux, l'enseignement des sciences et de la technologie donne l'opportunité d'avoir en classe des espaces de découverte et de plaisir partagé de ces découvertes entre le professeur et ses élèves.



Partie 1

Enjeux



Comment favoriser les apprentissages en sciences et en technologie à l'école primaire ?

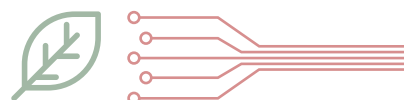
Le savoir scientifique et le savoir scolaire

Le savoir¹ scientifique est le résultat de la recherche scientifique. Sa construction progressive repose sur une interrogation et une remise en cause permanentes. Il ne devient robuste que lorsqu'il suscite le consensus de la communauté scientifique.

Tous les domaines scientifiques et technologiques ne figurent pas dans le curriculum scolaire. Les savoirs qui figurent dans les programmes d'enseignement constituent les savoirs scolaires. Ces derniers résultent de la transformation du savoir scientifique en un objet d'enseignement. Cette transformation, couramment appelée transposition didactique, justifie par exemple qu'un texte didactique diffère d'un texte scientifique ou technologique. On ne doit cependant pas confondre transposition didactique et vulgarisation scientifique. Le savoir scolaire, une fois didactisé ne s'affranchit pas de la rigueur inhérente à la méthode scientifique.

Le curriculum scolaire définit les savoirs scolaires que le professeur doit enseigner et que les élèves doivent in fine s'approprier afin de les installer en connaissances² pérennes.

1. Selon Jean-Marie Barbier, professeur en sciences de l'éducation, les savoirs sont des énoncés écrits ou oraux, qui ont une existence sociale propre, indépendante de ceux qui les énoncent ou de ceux qui se les approprient, et qui sont associés à des représentations du monde, de son fonctionnement et de ses transformations.
2. Les connaissances sont propres à chaque individu et déterminent ses actions possibles. Elles sont le produit de l'appropriation du savoir par l'individu. Elles se développent à partir de son activité mentale.



Les apprentissages et l'institutionnalisation des connaissances

La **phase d'apprentissage** est nécessairement progressive et graduée. Elle passe par des étapes successives d'appropriation de notions et de concepts, de développement de savoir-faire et de savoir-être, et de réinvestissement des acquis dont l'évaluation est nécessaire à l'identification des réussites, difficultés et progrès des élèves. Les programmes officiels définissent l'ensemble des savoirs et des compétences que les élèves doivent acquérir à chaque étape de leur scolarité. Les programmes officiels fixent par conséquent les objectifs d'enseignement du professeur.

L'**institutionnalisation des connaissances** désigne le processus qui permet de passer de la situation d'apprentissage à la formalisation du savoir, tel qu'il est défini dans les programmes scolaires. L'institutionnalisation des connaissances³ s'appuie sur l'activité cognitive de l'élève. Elle lui permet de prendre du recul sur ce qui a été fait, de dépersonnaliser les procédures et les démarches, de les expliciter pour enfin s'approprier et conforter l'ensemble des acquis afin de pouvoir les remobiliser à bon escient.

L'activité cognitive des élèves est guidée par le professeur. Pour concevoir et mettre en œuvre son enseignement, ce dernier peut s'appuyer sur un ensemble d'outils didactiques existants : documents institutionnels, manuels scolaires, ressources pédagogiques partagées en ligne reconnues pour leur qualité. Il a vocation à se les approprier, seul ou en équipe, pour concevoir des temps d'enseignement répondant aux objectifs qu'il s'est assignés.

La progressivité des apprentissages à l'échelle d'un cycle

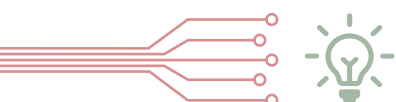
L'architecture des programmes permet d'adapter l'enseignement au niveau de classe afin d'atteindre les attendus de fin de cycle, et en étant vigilant à ce qu'il n'y ait pas de redondance d'une année à l'autre. Un thème est ainsi découpé en séquences successives discontinues permettant cette progression d'une année à l'autre, qui a vocation à être travaillée au sein de l'équipe pédagogique.

La construction des connaissances peut être schématisée en une succession de différentes étapes : une phase d'apprentissage, une phase de maîtrise et une phase d'entretien par l'élève (notamment par des révisions ou des remobilisations régulières). Les sciences cognitives montrent l'importance de la consolidation des apprentissages de manière à être ensuite capable de mobiliser connaissances et compétences sur le long terme, de manière automatisée, pour réussir de nouvelles tâches. Tout apprentissage initial doit s'accompagner d'une stratégie de consolidation des connaissances en mémoire, si l'on souhaite pouvoir les mobiliser ultérieurement. Le professeur doit donc veiller à la progressivité des apprentissages qui permet de remobiliser les connaissances acquises antérieurement et de les consolider.

L'enseignement des sciences et de la technologie contribue à l'acquisition des savoirs fondamentaux

La [circulaire de rentrée 2022](#), parue dans le bulletin officiel n° 26 du 30 juin 2022, rappelle que « la maîtrise des savoirs fondamentaux - la lecture, l'écriture, les mathématiques - conditionne la réussite scolaire et constitue ainsi l'objectif prioritaire de nos politiques de réduction des inégalités. »

3. Ou, indifféremment, structuration des connaissances.



Les activités en sciences et technologie favorisent :

- **la pratique des mathématiques** dans un contexte concret, contribuant ainsi à donner du sens à la notion de nombre, aux différentes opérations mathématiques ainsi qu'aux différentes grandeurs et mesures⁴. Les situations rencontrées lors des activités scientifiques et technologiques permettent également d'entrer progressivement dans le registre de l'abstraction (schématisation et symbolisation, par exemple) ;
- **l'enrichissement du lexique**. L'utilisation précoce et récurrente de termes scientifiques et technologiques spécifiques contribue à leur acquisition et prépare les apprentissages en sciences et technologie à plus long terme. Ce vocabulaire permet ainsi de « nommer les choses » avec la rigueur et la précision nécessaires.

Par exemple, l'écoute du récit proposé par le professeur lors de la séance 1 de la séquence « Expérimentons la matérialité de l'air » (cycle 2) s'accompagne d'un travail explicite sur le lexique scientifique mobilisé.

- **le développement des compétences de communication à l'oral** (prise de parole en classe, débats argumentés, présentation orale de ses travaux à un ensemble de personnes) et à l'écrit (écrit de travail, écrit de synthèse, schémas, dessins et représentations, réalisation d'affiches).

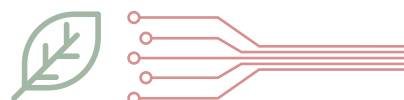
Pour exemple, la séance 1 de la séquence « Le robot chenille » (cycle 3) place les élèves en situation de produire une notice technique à l'oral puis à l'écrit.

- **le développement de compétences citoyennes**, comme la compréhension de ce qu'est une opinion individuelle, et de ce qui peut la différencier du consensus. Le travail en groupe ou la pratique du débat argumenté imposent en effet à chacun d'être attentif, respectueux des opinions et propos des autres ;
- **la prise de conscience des enjeux sociétaux actuels :**
 - l'enseignement de sciences et de technologie contribue en effet à étayer la rationalité des éducations transversales à la santé, à l'environnement et au développement durable. Comme le souligne le Conseil supérieur des programmes, « l'enseignement du changement climatique, de la biodiversité et du développement durable s'appuie sur une démarche scientifique et contribue à la formation de l'esprit scientifique des élèves tout au long de leur scolarité »⁵. L'éducation à la santé est également un des objectifs explicites de sciences et de technologie. Il s'agit bien d'installer des connaissances pour aider les élèves à construire leur relation au monde et à devenir des citoyens responsables d'eux-mêmes comme de leur environnement.

Il est possible de se référer à la séance 4 de la séquence « Opération Escargots » (cycle 3) qui vise à identifier des moyens d'action pour favoriser la présence d'escargots et ainsi protéger la biodiversité.

4. [Bulletin officiel spécial n° 3 du 5 avril 2018](#).

5. [Note d'orientations et de propositions pour le renforcement des enseignements relatifs au changement climatique, à la biodiversité et au développement durable](#) Cycles 1, 2, 3 et 4



- o l'enseignement des sciences et de la technologie offre également un cadre propice pour installer les premiers éléments d'une culture du numérique devenue indispensable dans la société actuelle et qui se construit tout le long du parcours scolaire, à la fois dans les premières notions de programmation (par exemple de petits robots) et l'utilisation plus courante de l'ordinateur, de tablettes, d'applications et logiciels usuels.

Comment enseigner les sciences et la technologie à l'école primaire ?

De l'exploration du monde à la découverte des sciences et de la technologie

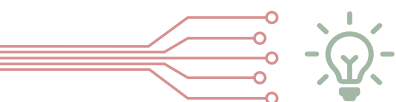
Dès l'école maternelle, les élèves explorent le monde sensible qui les entoure. L'observation et la manipulation sont les principaux outils de cette découverte. Au cycle 2 les professeurs suscitent les premières questions d'ordre scientifique, qui conduisent progressivement les élèves, au cycle 3, à étendre leurs connaissances scientifiques et technologiques dans un cadre plus général. Le programme de sciences et technologie du cycle 3 affirme l'objectif de « construction de savoirs et de compétences, par la mise en œuvre de démarches scientifiques et technologiques variées et la découverte de l'histoire des sciences et des technologies [...] ». Sa mise en œuvre n'est cependant réellement efficace que si les élèves :

- s'approprient les savoirs ;
- maîtrisent les capacités et les compétences prévues dans le référentiel ;
- développent les attitudes caractéristiques des méthodes scientifiques et technologiques : pensée rationnelle, analyse critique, rigueur, échanges et coopération.

La diversité des approches (observation, manipulation, expérimentation, simulation, documentation...) développe simultanément la curiosité, la créativité, la rigueur, l'esprit critique, l'habileté manuelle, le goût de l'expérimentation, la mémorisation, la collaboration pour mieux vivre ensemble et le goût d'apprendre.

Les tâches réalisées par les élèves sont très variées : conception et réalisation d'expériences, observations, tests de solutions techniques, études de documents, interviews, mesures, recueils de données, rédactions de comptes rendus, etc. Les situations choisies par le professeur visent avant tout l'implication des élèves pour garantir une mise en activité authentique qui conditionne leur engagement réflexif et l'acquisition de connaissances. Elles peuvent être de natures très différentes. Le professeur sélectionne les activités proposées aux élèves au sein de la classe de manière à composer un cadre pédagogique cohérent et adapté à leurs capacités, leurs compétences et leur degré d'autonomie.

Les situations proposées doivent être construites de manière à pouvoir d'une part expliciter très clairement le sens des démarches mises en œuvre et d'autre part s'assurer d'une bonne compréhension par l'élève à la fois des démarches, des réalisations et des notions abordées, ainsi que d'une bonne acquisition de l'ensemble.



Il existe un modèle particulièrement adapté à la construction des séquences d'apprentissage à l'école. Il se décline en plusieurs étapes qui se succèdent de la façon suivante⁶ :

- **L'identification des prérequis** mobilisés pour la compréhension de chaque situation, la réalisation des tâches proposées et l'appropriation des nouveaux savoirs introduits. Elle permet d'organiser une rapide évaluation diagnostique si nécessaire, ou une activité de réactivation menée sous différentes formes.
- **La conception des activités** des élèves, exigeant plus ou moins d'autonomie, et les modalités de leur mise en œuvre. En sciences et technologie, les activités, très variées, sont associées le plus systématiquement possible à des productions simples (orales, écrites, s'appuyant éventuellement sur des photographies, des vidéos, des enregistrements vocaux) qui seront réinvesties pour l'analyse et la synthèse lors de la phase de structuration.
- **L'explicitation du sens de l'activité** tel qu'on le donne aux élèves, en lien avec les apprentissages précédemment construits, ou les préconceptions, et la définition précise de la tâche et de la production attendues.
- **L'élaboration des modalités de structuration des connaissances** à partir des activités menées pendant une séance ou pendant un ensemble de séances. Cette phase de structuration peut être brève, mais demeure essentielle. Elle permet la formulation explicite des savoirs notionnels et procéduraux qui ont été enseignés. Le retour sur les questionnements ou le sens des tâches est également essentiel. Cette phase est aussi le moment de prendre du recul pour mesurer les acquis qu'il importe de formaliser de façon claire et précise. Les élèves doivent pouvoir s'y référer, en particulier pour faciliter leur mémorisation.
- **Les perspectives de retour régulier sur les acquis**, dans le cadre de la même séquence, d'une séquence ultérieure, ou dans le cadre d'autres enseignements. Il peut se faire aussi par le biais d'évaluations formatives telles que des exercices, des questionnaires, des situations de restitution, des débats, etc.

Au cours de chaque séance, le professeur guide, accompagne ses élèves et leur propose les rétroactions nécessaires à leur maintien et à leur persévérance dans l'activité et dans l'apprentissage. Ces retours interactifs pour soutenir la mobilisation et la compréhension sont possibles s'ils sont anticipés par le professeur (moments, nature des informations à récupérer par observation ou questionnement, retour sur les erreurs éventuelles des élèves) et donc pris en compte dans le déroulé de la séance. La recherche montre qu'il s'agit là d'un levier parmi les plus efficaces pour faire progresser les élèves⁷.

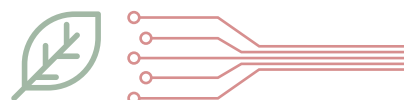
L'implication des élèves conditionne la réussite de l'enseignement de sciences et de technologie

Pour que tous les élèves s'impliquent dans l'activité et soient actifs du point de vue cognitif, il est indispensable qu'elle fasse sens pour eux.

Pour traiter un point du programme, il est nécessaire de définir précisément les objectifs d'apprentissage visés, ce qui permet de guider le déroulement de l'activité. Ces objectifs sont définis et explicités à partir des programmes, en termes de connaissances comme de compétences à acquérir.

6. Les exemples de mises en œuvre proposés dans la partie 2 illustrent ces différentes étapes dans des situations d'apprentissage concrètes.

7. J. Hattie et M. Gan. « Instruction based on feedback », in *Handbook of Research on Instruction and Learning*. New York : Taylor&Francis, first edition, chapter 13 (2010).



S'interroger sur les questions proposées aux élèves et identifier des enjeux cognitifs à leur portée

Certaines situations peuvent conduire à des questionnements que les élèves s'approprient facilement.

Ainsi, la question « Pourquoi quand j'appuie sur l'interrupteur cela allume la lumière ? » présente un caractère très concret pour les élèves, mais n'apparaît pas comme un objectif en soi du programme.

À l'inverse, conduire les élèves à se questionner sur la matérialité de l'air, qui est une entrée du programme, peut soulever des obstacles plus importants. En effet, si les questions « Qu'est-ce que l'air ? Est-ce une matière ? » attendent une réponse scientifique, elles n'en restent pas moins très générales pour les élèves à l'école primaire.

Dans le premier cas, la question proposée est pertinente dans la mesure où elle mobilise des connaissances et s'avère également productive, car les élèves vont pouvoir proposer eux-mêmes des modalités concrètes pour la recherche d'une réponse. Dans le deuxième exemple, la question, bien que signifiante, se révèle non productive parce que les élèves ne disposent pas des références suffisantes pour envisager une stratégie expérimentale à privilégier pour répondre à la question.

L'engagement d'un individu dans une situation de recherche est d'autant plus fort que ce dernier maîtrise ou en comprend les finalités et que le résultat lui est cognitivement accessible au regard des connaissances et des compétences mobilisables. Pour cela, l'explicitation et le guidage par le professeur dans l'activité restent nécessaires.

Travailler à partir des idées préalables des élèves est un moyen de s'interroger sur les représentations intuitivement ou culturellement erronées. Il est important de prendre en compte les préconceptions pour élaborer les questions productives. On donne ainsi la parole aux élèves pour mettre en perspective leurs idées, les confronter, éventuellement à l'occasion d'un débat contradictoire, les sélectionner et les organiser. Déconstruire les idées préconçues est nécessaire pour laisser place à de nouvelles connaissances⁸.

Il est possible de se référer en guise d'exemple aux « Points de vigilance : place du langage, représentations initiales des élèves... » situés en introduction de la séquence « Expérimentons la matérialité de l'air » (cycle 2).

Éviter le piège d'une pédagogie où le faire se substitue à l'apprendre

Les activités intégrant de l'expérimentation, de la conception, la fabrication ou l'utilisation de maquettes mobilisent fortement les élèves par leur dimension concrète et manipulatoire. L'envie de faire est un atout qu'il est précieux d'exploiter parce qu'il entretient la motivation, tout en étant vigilant à éviter la dispersion et la perte de vue des objectifs d'apprentissage.

8. La recherche montre la nécessité de prendre en compte les préconceptions des élèves. Certains travaux concluent que la déconstruction des conceptions naïves des élèves peut être plus efficace si le professeur donne l'information sur le concept scientifique avant d'exposer les élèves à leurs biais, que l'inverse (P. A. Ganea et al. « The role of alternative theories and anomalous evidence in children scientific belief revision ». *Child Development* vol 92 n° 3, pp. 1137-1153 [2021]).



La pluralité des activités et les choix dans la construction de la situation pédagogique

La nature des tâches proposées aux élèves relève du choix du professeur. Elles peuvent correspondre à un questionnement ciblé et construit ou s'inscrire dans une situation que le professeur décide de faire analyser ou étudier aux élèves. Il est ainsi possible de suivre des scénarios spécifiques et de sélectionner des focales qui dépendent, entre autres, du sujet travaillé. On peut par exemple se fixer des objectifs :

- de compréhension de phénomènes, de fonctionnements ou de performances d'objets techniques ;
- de classements ;
- de recherche des conditions de réalisation de phénomènes ;
- d'identification de choix ou de solutions techniques.

Parmi les activités, il est possible :

- de mettre en œuvre un protocole expérimental ou faire des essais ;
- d'utiliser des outils de simulation ;
- de manipuler des systèmes réels ;
- d'exploiter des résultats d'expérience ;
- de traiter des données ;
- d'analyser des documents ;
- de créer des objets.

Les activités qui s'appuient sur des situations concrètes proches du quotidien des élèves sont à privilégier. En effet, elles suscitent leur enthousiasme et permettent d'entretenir la relation au réel la plus étroite sans échapper à la complexité.

Les activités proposées aux élèves s'inscrivent dans une démarche scientifique ou technologique et font appel aux modalités suivantes :

- **L'observation** est une des pratiques primordiales en sciences et technologie qui privilégie le rapport au monde réel. Elle permet de mettre à l'épreuve des hypothèses, de confronter ses idées à la réalité, ou de faire émerger un questionnement. Elle peut être le point de départ à la construction d'une nouvelle connaissance. La confrontation au réel prend en outre toute sa place dans l'objectif de formation à l'esprit critique par l'approche scientifique.
- **L'expérimentation** : la réalisation d'une expérience se fait par le biais d'un système spécifique (le montage expérimental), qui permet, le cas échéant, de réaliser des mesures. Ce système est mis en œuvre selon un protocole expérimental défini au préalable. Une expérience simple nécessite peu de matériel spécifique et offre l'avantage à l'expérimentateur de ne contrôler qu'un nombre réduit de paramètres qu'il peut faire varier indépendamment. Toute activité expérimentale se conclut par la formulation d'une conclusion objective.
- **La modélisation** : il s'avère souvent intéressant de tester des hypothèses ou de mener des observations à l'aide d'une maquette ou d'un modèle qui représente le système étudié, comme pour l'étude du système solaire ou du comportement des volcans. Il est essentiel de bien expliciter aux élèves ce qu'est un modèle ou une maquette, et de souligner les différences et les correspondances avec le système réel.



- **La recherche documentaire** offre aux élèves une voie alternative de collecte d'informations. Elle peut apporter des réponses à leur questionnement, le préciser ou le placer dans une perspective plus large. Les textes de nature scientifique utilisés lors des séances de sciences et de technologie permettent de varier la nature des supports écrits que les élèves utilisent pour exercer leurs capacités de lecture et de compréhension.

Il est possible de se reporter par exemple à l'interview écrite d'un scientifique spécialiste des mollusques comme support pédagogique à la séance 1 de la séquence « Opération Escargots » (cycle 3).

Quelle que soit la modalité retenue, le professeur doit veiller à ce que les élèves soient attentifs et impliqués dans l'activité et à guider leurs apprentissages.

L'importance centrale des langages

Les situations pédagogiques en sciences et technologie offrent un cadre très propice à la mobilisation, au travail et au réinvestissement de toutes les compétences langagières. Les langages utilisés sont indispensables dans la construction des connaissances notamment pour :

- comprendre un phénomène, un système ou un fonctionnement particulier ;
- mémoriser, garder la trace de ce qui a été fait (observations, recherches, expérimentations), mais aussi de ce qui est à retenir (synthèses) ;
- agir, planifier et programmer ;
- expliquer sa pensée, ses choix ;
- exprimer ou représenter ce que l'on a fait, ce que l'on a compris.

Lors des séances, l'accent est mis sur la communication individuelle ou collective, à l'oral comme à l'écrit en recherchant la précision dans l'usage de la langue française et du lexique que requiert la science.

L'oral

L'oral revêt une importance toute particulière pendant les séances de sciences et de technologie. Deux points de vue doivent être abordés : celui du professeur et celui des élèves.

Du point de vue du professeur

Les gestes professionnels langagiers du professeur représentent des atouts importants pour donner du sens aux apprentissages et établir les liens entre les savoirs. Ils permettent de lever les implicites en régulant la parole des élèves et de hiérarchiser les idées.

- Par la reformulation, le professeur rend les propos plus précis. Il régule les connecteurs logiques utilisés, le vocabulaire, la syntaxe.
- En centrant les propos sur l'objectif de la séance, le professeur s'assure que la problématique est bien comprise et focalise ainsi l'attention des élèves. Il recontextualise le discours et établit des liens entre des situations dont tous les élèves n'ont pas forcément perçu la parenté.



Il est possible de se référer à la proposition faite dans la séquence « Le robot chenille » (cycle 3), étape 3 de la séance n° 4.

- La distribution de la parole revêt une importance stratégique, car elle est liée à des intentions didactiques : analyse d'erreurs, mises en perspective des différentes idées, mises en évidence de solutions pertinentes. Le professeur permet à tous les élèves de s'exprimer en les incitant à participer.

Il est souvent possible d'enrichir les propos des élèves pour développer une idée supplémentaire.

Du point de vue de l'élève

Pour l'élève, toutes les phases des démarches mises en œuvre sont des moments au cours desquels l'oral joue un rôle prépondérant. La verbalisation de ses idées, généralement appuyée sur un support écrit, représente un enjeu cognitif fondamental dans la construction des connaissances.

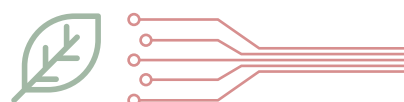
- Afin que l'objectif de la séance soit explicite, l'élève peut être amené à reformuler des questionnements, des consignes, à émettre des idées préalables et proposer des hypothèses.
- Pendant la phase d'activité proprement dite, les interactions entre élèves sont encouragées. Elles contribuent à réinvestir les enjeux de la séance, à partager un vocabulaire spécifique. Le dialogue entre élèves est à la source des écrits de travail négociés au sein du groupe. L'oral peut ainsi jouer un rôle précieux dans la différenciation pédagogique.
- À l'issue des activités, la phase de mise en commun puis de structuration s'appuie nécessairement sur l'implication à l'oral de tous les élèves.

Pour favoriser l'expression orale, l'appui sur des supports écrits se révèle souvent nécessaire. Il peut s'agir d'écrits de travail réalisés par les élèves, mais aussi de supports ou d'écrits apportés par le professeur qui pointent les éléments à discuter ou qui représentent des références pour l'ensemble de la classe.

L'écrit

En début d'activité, l'écriture des consignes ou la description précise de la production à réaliser constitue des repères utiles et sécurisants pour les élèves.

Les écrits de travail, ou écrits intermédiaires dans un cahier d'observations ou d'expériences produits pendant l'activité, permettent aux élèves de poser leur pensée, de la structurer, de la modifier, de la préciser pour mieux l'exprimer. Ils permettent la réflexion, la confrontation et le partage d'idées. Ces écrits sont produits plus spécifiquement pour formuler le problème à résoudre ou l'objectif à atteindre, émettre des hypothèses, échanger oralement dans le groupe, argumenter un choix, exprimer une idée, s'organiser et rendre compte d'observations. Ils font l'objet de retours de la part des professeurs pour réguler et préciser les apprentissages et, le cas échéant, lors d'échanges entre élèves au cours desquels ils peuvent être comparés, discutés et analysés. Il est donc important de donner suffisamment de temps aux élèves pour élaborer ces productions que le professeur doit également prendre le temps d'examiner.



Le cahier d'observations/d'expériences

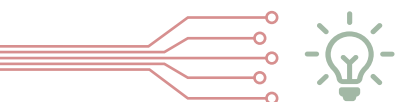
Le cahier d'observations/d'expériences est une mémoire individuelle de l'élève.

L'écrit de travail offre des espaces d'appropriation, des espaces de prise de risque où les élèves peuvent s'exercer et tâtonner jusqu'à la verbalisation pertinente. Il permet de passer de la représentation spontanée d'une notion à une représentation « savante ».

Le support écrit sert à se souvenir (pour poursuivre son exploration, pour communiquer), à structurer sa pensée et à comprendre l'importance de l'utilité d'un écrit. Ce cahier ou carnet peut contenir un lexique individuel, des comptes rendus d'expériences élaborés par l'élève avec ou sans trame : problème posé, hypothèses émises, schémas ou explications des expériences, conclusions momentanées, nouvelles questions ; des bilans de classe différenciés des traces individuelles (par la couleur par exemple) qui sont le résultat de la synthèse collective. Ces synthèses pourront également donner lieu à l'élaboration d'*écrits collaboratifs*.

La production écrite en sciences et technologie est de nature diverse : textes, tableaux ou graphiques, symboles, outils mathématiques ou informatiques, cartes heuristiques, schémas. La maîtrise de ces formes de langage écrit nécessite une appropriation par les élèves. Le professeur doit élaborer une progression pédagogique destinée à amener ses élèves à construire les compétences associées, quitte à proposer un étayage ou des aménagements qui limitent la charge cognitive et permettent de travailler spécifiquement telle ou telle compétence.

On peut illustrer cette progressivité en s'appuyant sur l'exemple de la schématisation. Sans travail spécifique lié à cette compétence, les élèves commencent souvent par des représentations les plus proches possible de l'apparence réelle. Certains points de vue peuvent s'avérer inadaptés et certains détails sont sans intérêt pour l'étude menée. Il est donc important de leur enseigner la méthode. C'est par la comparaison des productions que le professeur guide les élèves vers le registre de l'abstraction et vers la réalisation de schémas opérationnels qui deviennent alors des formes efficaces pour penser, communiquer et mémoriser.



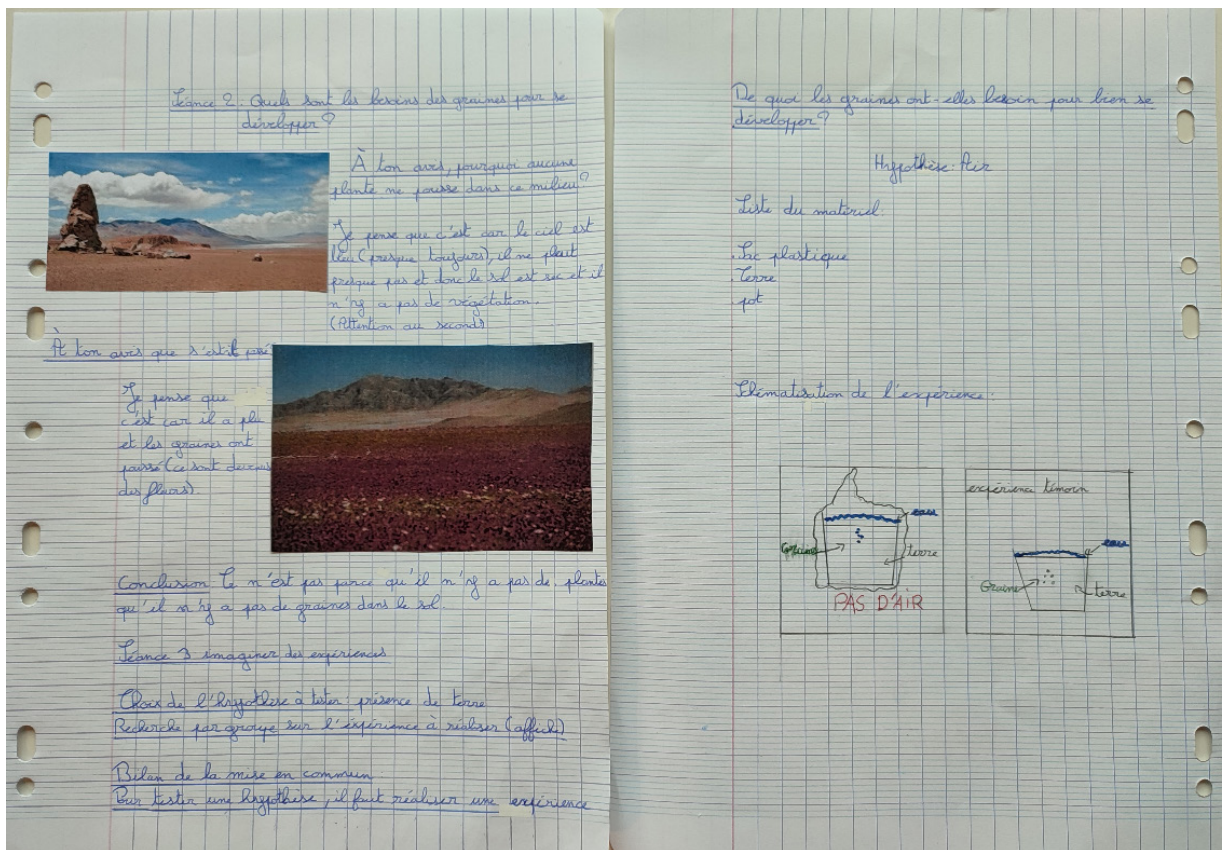
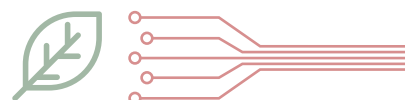


Figure 1 - Travaux d'élève de CM2, EE de Portel de Corbières (académie de Montpellier), dans le cadre du projet « Les petits carologues mènent l'enquête », prix Main à la pâte 2022

Les traces écrites qui apparaissent dans la figure 1 ont été rédigées par des élèves de CM2. Elles illustrent les différents registres évoqués précédemment. Sur la fiche de gauche, l'élève a rédigé non seulement ses propres phrases (expression libre), mais aussi - et c'est un point important - une phrase de conclusion, commune à tous les élèves, qui s'appuie sur les observations ou les expériences conduites. La fiche représentée sur la photographie de droite mobilise les élèves sur un autre registre de la production écrite : celui de la réalisation d'un schéma légendé de l'expérience, simple et explicite, accompagné d'une liste de matériel.



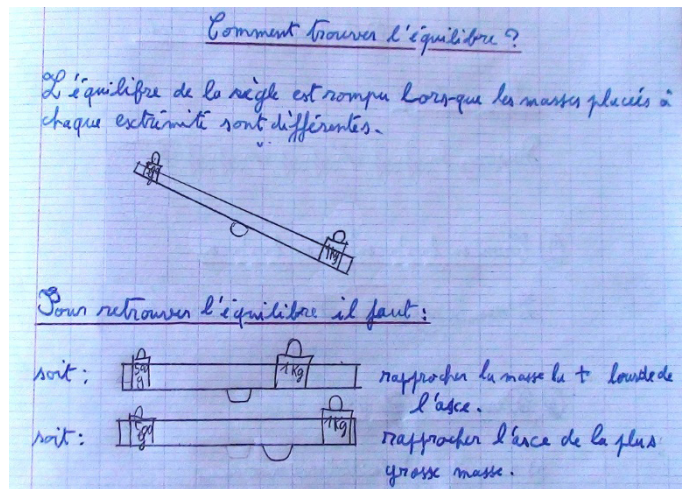
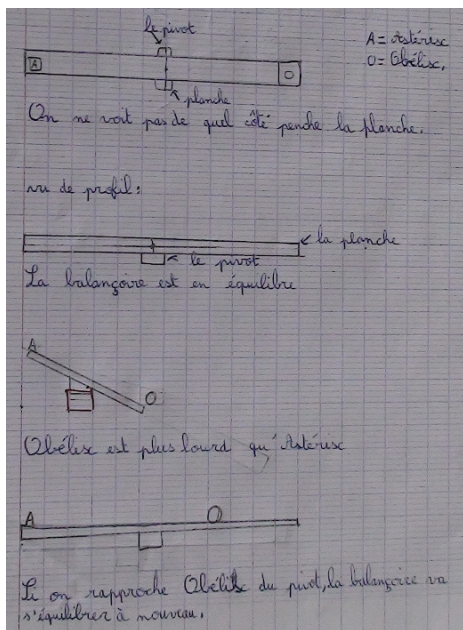


Figure 2 - Travaux d'élèves de CM2 – académie de Nice – à la suite de réalisations expérimentales conduites dans le cadre d'une séquence construite à partir de l'album de jeunesse *Bascule* (éditions Didier jeunesse)

Cet autre exemple de traces écrites témoigne de la possibilité de se libérer des photocopies et de développer une ambition de rédaction et de schématisation rigoureuses pour les élèves, l'utilisation d'un cahier à rayures Sévès permettant l'exercice de cette rigueur. Il est nécessaire pour arriver à ce résultat en CM2 que le travail sur l'écrit dans toutes les disciplines et sans supports photocopiés fasse l'objet d'une réflexion et d'une mise en œuvre collective au sein de l'école, dès le début du parcours de l'élève.

La production de ces écrits implique les élèves, tant sur le plan individuel que collectif, contribue à donner du sens aux activités réalisées et reflète fidèlement la démarche scientifique mise en œuvre.

La nécessité de structurer les apprentissages

Des écrits de synthèse pour institutionnaliser des connaissances

Les connaissances et les compétences en sciences et technologie se construisent de façon progressive. Il revient au professeur d'explicitier les liens entre les différentes connaissances construites et de montrer comment chaque séance apporte sa contribution à un édifice global. Cela exige non seulement de mettre en place une progressivité des apprentissages⁹, mais aussi d'institutionnaliser les connaissances acquises.

Les écrits de travail – ou écrits intermédiaires réflexifs - constituent une phase essentielle pour mettre à distance, relier, reconfigurer la réflexion conduite en classe. Si un groupe d'élèves a produit un court écrit décrivant leurs conclusions suite à la conduite d'une expérience, celui-ci ne constitue pas encore un « savoir établi ». C'est en confrontant leurs travaux à ceux menés par les autres élèves et par l'étayage déterminant du professeur qu'ils y parviendront : les autres groupes

9. Le document « [Outil d'aide à la réflexion des équipes pédagogiques pour concevoir la progressivité des apprentissages](#) [Repères de progressivité des compétences travaillées](#) » est un point d'appui.



sont-ils parvenus à la même conclusion ? Doit-on mener à nouveau l'expérience ou la modifier ? Peut-on synthétiser des invariants faisant loi ? C'est donc la confrontation des travaux entre eux avec le savoir établi qui doit conduire à un énoncé plus général, souvent décontextualisé. Cette synthèse (que l'on appelle communément trace écrite ou leçon) mobilise un lexique spécifique et intègre certains marqueurs linguistiques. Les plus fréquents d'entre eux sont l'effacement de l'énonciateur (sujet indéterminé), l'usage du présent de l'indicatif (ou du futur parfois), le recours à des connecteurs logiques.

Quelques exemples de mises en œuvre avec des stratégies variées :

- La production d'un écrit de synthèse par les élèves : le professeur peut travailler avec sa classe sur des exemples de productions abouties pour repérer certaines caractéristiques qui seront utilisables. Le travail de préparation et de planification à l'écriture devient un étayage indispensable : liste de mots ou expression dont on a besoin pour parler du sujet traité, liste des éléments qui doivent figurer dans le texte, ébauche de mise en réseau des idées (carte mentale, schéma de processus), etc. Cet « outillage » permet à l'élève d'éviter la surcharge cognitive tout en produisant un écrit qui pourra être amélioré rapidement, donc sans risque de découragement.

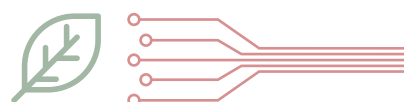
L'étape 3 de la séance 1 issue de la séquence « Le robot chenille » (cycle 3) en offre un exemple parlant.

- La dictée à l'adulte est une procédure souvent utilisée à l'école maternelle et qui a tendance à s'effacer lorsque les élèves sont scripteurs. Cette procédure reste pourtant très opérationnelle, y compris en cycle 3, à condition de garder en mémoire certains enjeux :
 - ce travail permet de rendre compréhensible le passage de l'oral à l'écrit (on n'écrit pas comme on parle) ;
 - la fabrication de cet écrit s'appuie sur des ressources (mots-clefs, connecteurs, etc.) que le professeur convoque explicitement ; les choix d'énonciation sont également parlés pour faire comprendre les formes de l'écrit qui sont spécifiques au domaine d'apprentissage.

Cette démarche est adaptée à des productions courtes et elle permet aux élèves d'intégrer progressivement les codes de ce type d'écrit.

La production à compléter de type texte lacunaire (ou texte « à trous »), bien que très souvent utilisée pour des raisons de temps, doit être évitée car elle présente l'inconvénient de trop peu mobiliser les capacités d'expression écrite des élèves.

Les écrits de synthèse permettent d'identifier ce que l'élève doit retenir de la séance ou de la séquence, en termes de connaissances et compétences, et qui a vocation à donner lieu à évaluation.

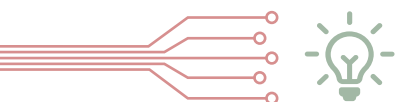




Partie 2

Des exemples de mises en œuvre et les repères associés

Cette partie regroupe trois propositions de séquences de sciences et technologie qui sont autant d'exemples concrets de mise en œuvre des objectifs pédagogiques et didactiques déclinés dans la partie précédente. Chaque proposition est accompagnée de « fiches repères » qui présentent un ensemble de contenus scientifiques et technologiques à destination des professeurs sur les notions abordées.



Exemple n° 1 de mise en œuvre : expérimentons la matérialité de l'air

Cycle

Cycle 2.

Niveau

CE2.

Références au programme

Questionner le monde vivant, de la matière et des objets.

Qu'est-ce que la matière ?

Attendus de fin cycle

Identifier les trois états de la matière et observer des changements d'état.

Connaissances et compétences associées

Mettre en œuvre des expériences simples impliquant l'eau et/ou l'air.

Existence, effet et quelques propriétés de l'air (matérialité et compressibilité de l'air).

Intentions pédagogiques - Enjeux

Cette fiche séquence permet de travailler le thème « Qu'est-ce que la matière ? » avec des élèves de cycle 2. Les objectifs notionnels de cette séquence se rattachent à l'étude de l'air et à certaines propriétés caractéristiques de la matière : masse, volume et compressibilité. En termes de compétences travaillées, il s'agit d'initier les élèves de cycle 2 à la démarche expérimentale au travers de l'élaboration et de la mise en œuvre d'un protocole. La formulation d'hypothèses, à la suite de la lecture d'un récit scientifique par le professeur (séance 1), doit être guidée et laisser place aux écrits des élèves. L'étayage du professeur doit les conduire ensuite à tester leurs hypothèses au travers de la mise en œuvre d'un protocole d'expérimentation et à interpréter les résultats obtenus (séance 2). Ces compétences peuvent être réinvesties lors de séances d'entraînement au cours desquelles les élèves doivent définir un nouveau protocole de recherche et vérifier leur hypothèse. Une étape d'évaluation (séance 3) clôt la séquence et permet d'identifier les compétences et connaissances acquises.

Description de la séquence - scénario pédagogique

Objectifs notionnels de la séquence

- variation du volume occupé par l'air en fonction de la température ;
- mise en évidence des propriétés d'un gaz (l'air) : dilatation, compressibilité et matérialité de l'air.

Compétences visées

S'approprier des outils ou des méthodes :

- choisir ou utiliser le matériel adapté proposé pour mener une observation, effectuer une mesure, réaliser une expérience ;
- manipuler avec soin.

Pratiquer des langages :

- communiquer en français, à l'oral et à l'écrit, en cultivant précision, syntaxe et richesse du vocabulaire ;



- lire et comprendre des textes documentaires illustrés ;
- extraire d'un texte ou d'une ressource documentaire une information qui répond à un besoin, une question ;
- restituer les résultats des observations sous forme orale ou d'écrits variés (notes, listes, dessins, voire tableaux).

Intitulé des séances

Séance n° 1 (phase de découverte, formulation d'hypothèses) : comment est née l'invention du premier aérostat ?

Séance n° 2 (phase d'expérimentation) : comment gonfler un ballon de baudruche à l'aide d'un matériel simple ?

Séance n° 3 (phase d'évaluation) : évaluation sommative

Éléments de progression, évaluation et points de vigilance

Connaissances et compétences convoquées pour démarrer la séquence

- Notion de volume, en termes de « contenance » (en mathématiques dans la partie « grandeurs et mesures »).
- Conscience que l'air est partout bien qu'invisible.

Suggestions concernant la place de la séquence dans la progression du professeur
Première période de l'année de CE2.

Modalités d'évaluation prévues

- Évaluations formatives au cours de la séquence (oral ou QCM) conduisant à des bilans partiels de la séquence.
- Évaluation sommative.

Points de vigilance : place du langage, représentations initiales des élèves...

- Éviter d'utiliser des phrases incorrectes sur le plan scientifique : « l'air chaud est plus léger que l'air froid » n'est pas une formulation correcte, car ce qui varie n'est pas la masse, mais le volume occupé. Un volume d'air chaud a une masse plus faible que le même volume d'air froid. À des élèves de CE2, on dira qu'une masse d'air donnée occupe un volume plus grand à température plus élevée.
- Distinguer le registre du langage courant du registre scientifique : « il fait lourd par temps chaud » n'est pas une formulation de nature scientifique.
- Répartir les apprentissages sur plusieurs séances afin de laisser aux élèves le temps de la réflexion.



Déroulement de la séance n° 1 : comment est née l'invention du premier aérostat ?

Récit à lire en début de séance par le professeur, en appui du document iconographique ci-après.

Le récit permet au professeur de contextualiser la notion scientifique travaillée. Il doit aiguïser l'intérêt et la curiosité des élèves.

Les critères pour le choix du texte sont les suivants :

- lien direct avec la problématisation de la séquence/séance à venir, sans digression distractive ;
- durée de lecture par le professeur de 3 à 4 minutes accompagnée éventuellement d'une image vidéo projetée qui servira d'illustration ;
- véracité du propos et caractère documentaire du texte (qui n'est pas un récit de fiction) ;
- introduction d'un lexique nouveau et spécifique ;
- possibilité de lier le contenu à une déclinaison au XXI^e siècle.

Récit lu par le professeur

Quelle est l'histoire de l'invention des frères Montgolfier ?

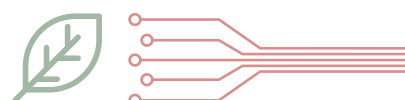
« Vous voyez au tableau un énorme ballon, construit à partir de toile de coton cousue sur du papier, gonflé par un feu de paille et à la base duquel était accroché un panier. Je vais vous raconter comment est née cette invention permettant pour la première fois à l'homme de s'élever dans les airs à la fin du XVIII^e siècle.



Figure 3 - Ascension captive d'une montgolfière dans les jardins de la papeterie Réveillon, le 19 octobre 1783. - Source : BNF

Le XVIII^e siècle en France est aussi appelé « le siècle des Lumières », car c'est à cette époque que de nombreux savants et philosophes découvrent et partagent de nouvelles connaissances scientifiques. Ils écrivent ensemble une encyclopédie qui rassemble les savoirs.

Les inventeurs de cet immense ballon étaient frères et s'appelaient Joseph et Étienne Montgolfier. Ils ont lu les chapitres de l'encyclopédie sur l'air et les gaz et souhaitent construire un nouveau moyen de transport qui permettra à l'homme de s'élever pour la première fois dans les airs. Ils n'y arrivent pas tout de suite et testent différentes hypothèses. Ils cherchent d'abord à enfermer de la vapeur d'eau ou de la fumée dans une sorte de sac, mais c'est un échec.



Au tout début de l'hiver de l'année 1782, alors que Joseph réchauffe sa chemise dans sa chambre devant un feu de cheminée, il s'aperçoit qu'elle se gonfle au-dessus du foyer ! Cette observation lui donne une idée : il découpe et coud un cube de tissu, le place au-dessus du feu et le voit s'élever dans les airs. Forts de cette expérience, les frères Montgolfier décident d'organiser une démonstration publique à laquelle sont invités de nombreux scientifiques de l'Académie des sciences. Ils fabriquent pour l'occasion un aérostat en toile renforcée d'une triple épaisseur de papier. Celui-ci s'envole grâce à un petit réchaud placé sous l'enveloppe et où brûle de la paille. Ainsi gonflé, l'aérostat vole pendant près de dix minutes avant d'atterrir 2,5 km plus loin.

L'incroyable nouvelle se répand. Le roi Louis XVI convoque les frères Montgolfier au château de Versailles. Le 19 septembre 1783, le ballon est installé sur une estrade édifiée au milieu de la cour du château. Une fois gonflé, il s'envole et prend la direction du bois de Vincennes. Il emmène trois passagers : un coq, un mouton et un canard. Huit minutes plus tard, il se pose après un parcours de 3,5 km. Les passagers n'ont pas souffert en altitude, ils ont pu respirer. Le canard, quant à lui, a malheureusement eu le bec cassé à l'atterrissage.

Il est temps maintenant d'organiser le premier vol humain. C'est le 21 novembre 1783 que deux volontaires, Pilâtre de Rozier et le marquis d'Arlandes, s'élancent pour accomplir le premier vol libre humain au monde. Ils s'élèvent à 1000 mètres d'altitude au-dessus de Paris et parcourent une dizaine de kilomètres en vingt-cinq minutes à bord de l'invention des frères Montgolfier décorée pour l'occasion des emblèmes royaux.

Grâce à cette invention, la France est appelée la « reine des airs ». Des meubles, bijoux, faïences, tissus, habits sont décorés de motifs aérostatiques qui symbolisent le progrès. Le célèbre photographe Nadar sera le premier à réaliser une photographie aérienne en 1858. Cette invention va aussi permettre au savant Louis Joseph Gay-Lussac de découvrir qu'à 6639 m d'altitude, l'air est le même qu'à la surface du sol. Les aérostats ont retrouvé une utilité scientifique grâce aux ballons stratosphériques qui servent, encore aujourd'hui, aux météorologues.

Récit extrait et adapté à partir de la ressource suivante : [le ballon à air chaud](#) de La main à la pâte

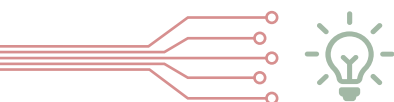
Exploitation de l'écoute active du texte

Le professeur organise la formulation et la collecte de l'ensemble des réponses, qu'il note au tableau.

- Qu'avez-vous compris de ce texte ?
- Quels mots avez-vous retenus en écoutant ce texte ?
- Le nom Montgolfier vous fait-il penser à un mot que vous connaissez ?
- Qu'appelle-t-on une « invention » ?

Le professeur propose une nouvelle lecture du texte, cette fois en s'arrêtant à la fin de chaque paragraphe pour expliquer les mots et les expressions les plus difficiles, vérifier la bonne compréhension par tous et poser de nouveau les questions initiales.

- Quelles informations nous apporte ce paragraphe ?
- Quels sont les mots nouveaux que nous pouvons retenir ?



Il sera bienvenu de souligner les termes d'inventeurs et d'invention, et de les mettre en perspective avec le progrès scientifique et technologique, les innovations actuelles, les prix de l'innovation, dont on pourra donner des exemples de récipiendaires féminins. C'est aussi une occasion de parler des métiers de chercheuse et d'ingénieure.

Les mots nouveaux accompagnés de leur définition font l'objet d'une trace écrite dans le cahier de sciences et technologie ou dans le cahier de vocabulaire. Une affiche peut être conçue collectivement, qui comporte l'illustration historique proposée ou un des dessins de montgolfière ou d'aérostat réalisés par des élèves, ainsi qu'une trace écrite construite collectivement reprenant des termes imposés dont le professeur conçoit une liste adaptée à sa classe, qui résume ce récit d'une avancée technologique. Il convient de garder aussi dans des rubriques dédiées du cahier de sciences et technologie une trace écrite des éléments historiques, de la notion d'invention et de la présentation au féminin des métiers de chercheuse et ingénieure.

Déroulement de la séance n° 2 : comment gonfler un ballon de baudruche à l'aide d'un matériel simple ?

Objectif

Observer la variation de la masse d'un volume donné d'air en fonction de la température.

Compétences visées

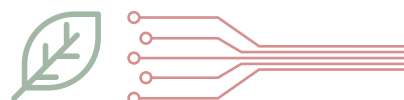
- Mettre en œuvre une expérience simple.

Matériel par groupe d'élèves

- bouteilles vides en plastique.
- ballons de baudruche.
- deux bassines.
- eau froide et eau chaude, thermomètre.

Le professeur demande aux élèves quelle explication ils pourraient donner au gonflement du ballon réalisé par les frères Montgolfier en s'appuyant sur les indications fournies par le texte étudié dans la première étape. À partir des propositions des élèves, le professeur organise les échanges à l'oral pour qu'émerge l'idée que le chauffage du ballon permet son gonflage et son élévation. Il propose alors d'écrire une phrase qu'il appelle hypothèse : « le ballon se gonfle lorsqu'il contient de l'air plus chaud que l'air extérieur au ballon ». Il explique que l'hypothèse est une proposition d'explication que l'on cherche à vérifier en réalisant une expérience.

Le professeur fournit le protocole expérimental écrit à chaque groupe d'élèves. Il le fait lire aux élèves et s'assure de sa bonne compréhension par tous, à commencer par la définition des mots « protocole » et « expérimental ».



Le professeur affiche au tableau la succession des consignes correspondant au travail à réaliser en groupe, le fait lire, vérifie la bonne compréhension par tous (en particulier le mot « paramètre », que l'on pourra définir comme « caractéristique qui change pendant l'expérience et dont on observe l'influence ») et engage les élèves à la réalisation. Il passe de groupe en groupe pour veiller au bon déroulement de l'activité, valoriser les réalisations et répondre aux interrogations des élèves.

Protocole expérimental

1. Fixer le ballon sur le goulot de la bouteille en plastique.
2. Plonger la bouteille sur laquelle on a accroché le ballon dans une bassine d'eau froide dont on repère la température.
3. Observer.
4. Plonger la même bouteille dans la bassine d'eau chaude dont on repère la température.
5. Observer.

Consignes

1. Réaliser l'expérience à l'aide de la liste du matériel et du protocole affiché au tableau.
2. Observer le résultat obtenu.
3. Dessiner ce que l'on observe.
4. Répondre aux questions suivantes :
 - o Quel paramètre a changé entre l'étape 2 et l'étape 4 ?
 - o Est-ce que cette expérience peut valider l'hypothèse formulée dans la séance n° 1 ? Pourquoi ?
 - o Qu'est-ce qui fait gonfler le ballon des frères Montgolfier ?

Synthèse orale puis trace écrite : niveau de formulation attendu

La bouteille contient de l'air.

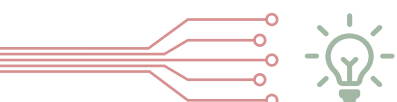
L'air est sensible aux variations de température.

L'eau chaude fait augmenter la température de l'air contenu dans la bouteille.

L'augmentation de température fait gonfler le ballon. Le ballon et la bouteille ne contiennent que de l'air. L'air ne peut pas sortir de la bouteille ou du ballon ni y rentrer. Donc, on déduit que le volume occupé par l'air a augmenté sous l'effet du réchauffement : l'air s'est dilaté.

Phrase de synthèse pouvant être élaborée collectivement :

Le volume occupé par une masse d'air donnée augmente avec la température. On dit que l'air se dilate.



Question conclusive : pourquoi le ballon des frères Montgolfier une fois gonflé s'élève-t-il dans le ciel ?

La réponse réside dans la différence d'intensité entre le poids et la poussée d'Archimède, qui sont, pour simplifier, les deux forces qui s'exercent sur la montgolfière. De manière simple, on peut demander aux élèves de comparer la masse d'un ballon gonflé avec de l'air bien plus chaud que l'air extérieur et celle du même ballon gonflé avec de l'air à la température extérieure et indiquer, sans pouvoir davantage rentrer dans les détails que c'est grâce à cette différence que le ballon peut s'élever (visualiser [cette vidéo de vulgarisation scientifique](#) pour une présentation simplifiée de ce phénomène).

Lecture commentée

La proposition faite ici prend le parti de faire manipuler les élèves à partir d'un protocole fourni, et non de les placer dans une démarche intégrale de conception d'expérience, de rédaction de protocole et de réalisation expérimentale.

L'objectif d'une telle séance est donc de faire manipuler avec soin et de faire raisonner les élèves de manière rigoureuse pour formuler une conclusion robuste à partir de l'analyse fine de l'expérience. Il s'agit notamment de mettre en lien les conditions de réalisation de l'expérience et la possibilité de conclure à l'influence de la température sur la masse d'un volume donné d'air. L'utilisation de thermomètres permet d'entrer pleinement dans une démarche scientifique : le caractère chaud ou froid de l'eau est objectivé par une mesure de la température et ne se limite pas à une estimation subjective¹⁰.

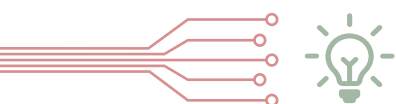
L'oral et l'écrit jouent ici un rôle clé. Il est important que tout soit dit et que le professeur prenne le temps d'explicitier l'importance de tous les points qui doivent être rappelés pour émettre une conclusion sous la forme d'une affirmation : récipient fermé, variation du seul paramètre température. De même, on veillera à ne pas confondre chaleur et température, à corriger explicitement des énoncés d'élèves tels que « la température chauffe », à introduire et faire manipuler un lexique spécialisé et rigoureux (paramètre, température, augmenter, diminuer, valeur élevée, faible).

Un soin particulier sera apporté à la construction de la trace écrite individuelle dans le cahier de sciences et technologie avec reprise des consignes, du protocole expérimental, définition du lexique nouveau, dessins ou schémas des expériences et enfin phrases de description puis de synthèse.

10. Nos sens sont trompeurs : dans la cuisine, une casserole métallique apparaît au toucher plus froide que la table en bois sur laquelle elle est posée depuis longtemps, alors que ces deux objets sont pourtant à la même température, ce qu'une mesure avec un thermomètre adapté permet de confirmer.



| Étapes de la séance | Rôle du professeur | Activités des élèves | Modalités |
|--|--|---|---------------|
| Étape 1 : recueil des hypothèses | Le professeur suscite la curiosité des élèves et organise le recueil des hypothèses qu'ils formulent. | Les élèves s'interrogent et confrontent leurs représentations. | Collectif. |
| Étape 2 : présentation du matériel mis à disposition et du protocole | Le professeur constitue des groupes d'élèves. Il présente et nomme le matériel. Il fournit le protocole écrit à chaque groupe. Il affiche le protocole au tableau. Il en effectue une lecture collective afin d'en vérifier la compréhension. | Les élèves prennent connaissance du matériel à leur disposition. Ils lisent le protocole. | En groupes. |
| Étape 3 : réalisation de l'expérience | Le professeur circule auprès des groupes pour interroger, relancer et favoriser la collaboration au sein du groupe. Il encourage différentes approches, qui permettent aussi de travailler les habiletés manuelles et expérimentales : <ul style="list-style-type: none"> • des approches par l'observation ; • des approches par la manipulation. | Les élèves s'organisent pour travailler ensemble. Ils manipulent et mettent en œuvre un protocole d'expérimentation commun. | En groupes. |
| Étape 4 : observation du résultat | Le professeur accompagne la verbalisation des observations. | Les élèves observent et commentent le résultat de l'expérience. | En groupes. |
| Étape 5 : schématisation de l'expérience | Le professeur accompagne et guide les élèves collectivement et individuellement vers des approches par la modélisation (afin de construire de petits modèles explicatifs). Il redéfinit la différence entre schéma et dessin. | Les élèves schématisent. | Individuelle. |
| Étape 6 : temps de régulation en collectif | Le professeur organise, à l'aide de l'écrit, la restitution orale collective en veillant au respect de la parole de chacun. | Les élèves identifient et rendent compte des paramètres étudiés dans l'expérience. | En groupes. |
| Étape 7 : synthèse collective guidée | Le professeur organise le recueil des remarques formulées par les élèves pour la trace institutionnelle. | Les élèves analysent les résultats et participent à la synthèse écrite. | Collectif. |



| Étapes de la séance | Rôle du professeur | Activités des élèves | Modalités |
|----------------------------------|--|---|---------------|
| Étape 9 : entraînement | Le professeur distribue des photos séquentielles prises lors d'expériences qu'il a réalisées en amont. Les expériences proposées peuvent s'inspirer de la ressource « L'air, de la matière ? Des expériences possibles ». | L'élève : 1. organise chronologiquement les photos représentant les différentes étapes de la mise en place de l'expérience ; 2. rédige le protocole ; 3. décrit le résultat de l'expérience ; 4. formule une conclusion (du phénomène qui a été observé). | Individuelle. |

Déroulement de la séance 3 : évaluation sommative

L'évaluation des élèves devra porter sur les connaissances (objectifs notionnels) et compétences des élèves en termes de savoir-faire.

Les compétences en termes de savoir-être s'observeront lors des différents temps de travail en groupe : collaborer, s'écouter, communiquer, confronter ses opinions ou ses avis, etc.

Domaines évalués au sein de questionner le monde

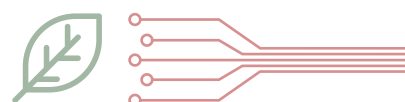
Qu'est-ce que la matière ?

Exemple de contenus d'évaluation

- Exercices permettant à l'élève d'extraire d'un document (photographies, schémas d'une expérience simple) les informations pour répondre aux questions en privilégiant le réinvestissement des acquis à la fois sur les démarches et réalisations expérimentales et sur les connaissances en sciences et technologie.
- Proposer un protocole permettant de mettre en évidence la matérialité de l'air contenu dans un objet (ballon, pompe à vélo, seringue, etc.) sous forme de textes partiels et/ou de schémas partiels et demander de les compléter.
- Associer la mise en évidence d'une propriété de l'air (fournie) à la description (fournie) d'une expérience.
- Relier une propriété à sa définition.

Prolongements de la séance et partenariats/personnes-ressources

La fabrication d'une montgolfière peut constituer un projet de prolongement, en cycle 2 ou en cycle 3. On peut consulter en ligne des tutoriels inspirants, « [Fabriquer une montgolfière](#) ».



Repères associés à l'exemple n° 1

Sont proposées ici deux fiches qui présentent un ensemble de contenus scientifiques à destination des professeurs sur les états et la constitution de la matière puis sur les mélanges et les transformations de la matière.

Thème - Les états physiques de la matière

Références aux programmes

Matière, mouvement, énergie, information.

Attendus de fin cycle

Décrire les états et la constitution de la matière à l'échelle macroscopique.

Connaissances

États physiques du corps pur : solide, liquide et gaz.

Domaines de température d'existence de la glace, de l'eau liquide, de la vapeur d'eau à pression atmosphérique.

Changements d'état physique.

Masse d'un échantillon de matière.

Volume d'un échantillon de matière.

Compétences

Identifier un solide, un liquide, un gaz.

Identifier et nommer un changement d'état d'un corps pur.

Identifier l'état physique de l'eau dans un phénomène météorologique ou dans son environnement.

Mesurer une masse ou un volume, une température.

Connaissances fondamentales et lexique spécifique associé

- **Corps pur** : échantillon de matière qui n'est constitué que d'une seule espèce chimique, par opposition à un mélange.
Échelles spatiales caractéristiques de descriptions de la matière :
 - **Échelle microscopique** : échelle spatiale à laquelle les entités chimiques (atomes, ions, molécules) sont individualisées et rassemblées en nombre restreint. Cette échelle est adaptée à la description de la structure et de la constitution de la matière. Les distances caractéristiques typiques de l'échelle microscopique sont de l'ordre du milliardième de mètre (qu'on appelle nanomètre).
 - **Échelle macroscopique** : échelle spatiale qui rassemble un nombre considérable d'entités chimiques. Les phénomènes décrits à l'échelle macroscopique se manifestent parfois à nos sens (vue, toucher, etc.), ils peuvent faire l'objet de mesures par des appareils de mesure adaptés (balance, thermomètre par exemple).
- **État solide** : état dense de la matière dans lequel les entités chimiques à l'échelle microscopique sont organisées selon une structure régulière et sont immobiles les unes relativement aux autres. Un solide est usuellement considéré comme incompressible¹¹ et indéformable. Il en résulte qu'un échantillon de matière à l'état solide possède généralement une forme propre.

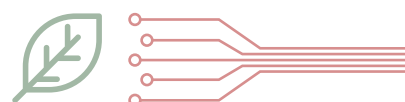
11. La propriété d'incompressibilité signifie qu'un même volume contient toujours la même masse, quelles que soient les conditions de pression.



- **État liquide** : état dense de la matière caractérisé par la grande mobilité des entités chimiques à l'échelle microscopique qui lui confère la propriété de s'écouler. Il en résulte que le liquide n'a pas de forme propre et adopte celle du récipient qui le contient. Sa surface libre est plane. Un échantillon de matière à l'état liquide est considéré comme incompressible.
- **État gazeux** (ou vapeur) : état dilué de la matière caractérisé par l'extrême mobilité des entités chimiques qui le composent. Il s'en suit la capacité des gaz à s'écouler. Un échantillon de matière à l'état gazeux n'a pas de forme propre et occupe tout l'espace accessible. Un gaz est compressible ; son volume dépend de la masse de gaz, de sa température et de sa pression.
- **Quantité de matière, masse, volume** : la quantité de matière est une grandeur utilisée pour dénombrer les entités chimiques (atomes, ions ou molécules) dans un échantillon de matière. La masse est une grandeur proportionnelle à la quantité de matière et peut être utilisée, sans ambiguïté, pour exprimer la quantité de matière. Le volume est lui aussi proportionnel à la quantité de matière, mais il dépend également de la température et de la pression, ce qui le rend inopérant pour exprimer la quantité de matière, en particulier dans le cas de l'état gazeux.
- **Température** : grandeur qui mesure l'agitation (i.e. le mouvement désordonné) des entités chimiques à l'échelle microscopique (ce mouvement d'agitation n'est donc pas visuellement perceptible). L'unité légale de température est le kelvin (K). La température minimale (0 K) correspond à l'immobilité absolue. L'échelle de température plus couramment utilisée est l'échelle des degrés Celsius (°C). Elle est construite à partir de deux repères :
 - La fusion de la glace à pression atmosphérique, à laquelle on assigne la valeur de température égale à 0 °C.
 - L'ébullition de l'eau liquide à pression atmosphérique à laquelle on assigne la valeur de température égale à 100 °C.

On construit ainsi une échelle de température : les deux repères fixent les valeurs 0 et 100 et on divise ensuite cet intervalle en parties égales ; chaque centième de cet intervalle correspond à un degré Celsius.
- **Pression** : les entités chimiques qui constituent le gaz sont animées d'un mouvement d'agitation thermique. Elles entrent en collision les unes avec les autres, mais aussi avec les parois de l'enceinte qui renferme le gaz. La **pression** résulte de ces collisions. De façon imagée, on peut dire que la pression que le gaz exerce sur une surface mesure l'intensité du « bombardement » des entités chimiques sur cette surface. La pression s'exprime en pascals (symbole : Pa). La pression atmosphérique a pour valeur 1 atm=1,01 hPa.
- **Le modèle du gaz parfait** est le modèle le plus simple, et à ce titre très utilisé, de description de l'état gazeux. L'équation des gaz parfaits, qui relie la quantité de gaz, sa pression, le volume qu'elle occupe et sa température, a été progressivement découverte sous la forme de différentes lois expérimentales.
 - **Loi de Boyle-Mariotte** : loi découverte au XVII^e siècle qui affirme que le volume occupé par une quantité donnée de gaz, à une température fixée, varie inversement proportionnellement à sa pression.
 - **Loi de Gay-Lussac** : loi, énoncée au XIX^e siècle, selon laquelle le volume occupé par une quantité donnée de gaz, à une pression fixée, est d'autant plus important que la température du gaz est élevée.

Cela correspond, dans l'activité proposée, au cas du ballon qui gonfle lorsque l'air qu'il contient est échauffé (dans cette situation, la quantité



de gaz emprisonnée dans le ballon fermé reste constante et, en première approximation, la valeur de la pression dans le ballon est égale à celle, constante également, de la pression extérieure).

- **Loi de Charles** : loi empirique découverte à la fin du XVIII^e siècle qui stipule que la pression d'une quantité donnée de gaz occupant un volume fixé est d'autant plus élevée que la température du gaz est élevée.

Pour un corps pur, la transformation qui conduit d'un état physique à un autre s'effectue à température fixée pour une pression donnée. Le vocabulaire utilisé pour décrire chacun des changements d'état physique est spécifique. Il est indiqué sur la figure suivante¹².

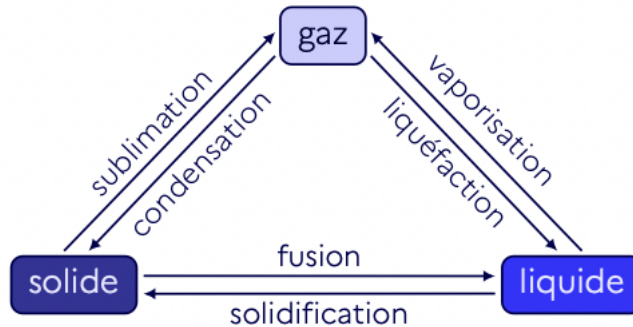


Figure 4 - les différents changements d'état physique

Les transformations envisagées ici sont des transformations physiques, car l'espèce chimique concernée est intégralement conservée au cours de la transformation, par opposition à une transformation chimique qui s'accompagne de la disparition d'une ou plusieurs espèces chimiques au profit de nouvelles.

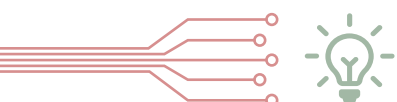
Connaissances pour prendre du recul

Prenons l'exemple de l'eau afin d'illustrer les concepts évoqués précédemment. L'eau est en effet un support de choix pour observer et expérimenter.

Les différents états physiques de l'eau

Le diagramme qui suit présente les domaines de température et de pression où l'eau, corps pur, se trouve de façon exclusive dans l'état solide, liquide ou gazeux. Les frontières entre ces domaines sont également représentées. Chaque point d'une frontière correspond à une valeur de la température et une valeur de la pression pour lesquelles la coexistence pérenne entre les deux états est possible (ainsi, à 0 °C et 1 atm, la glace peut coexister avec l'eau liquide).

12. La liquéfaction est parfois également appelée condensation, ou condensation liquide.



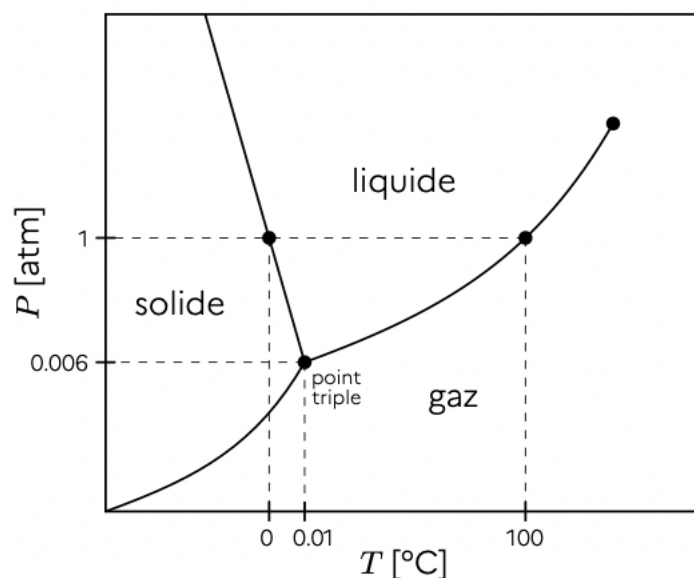


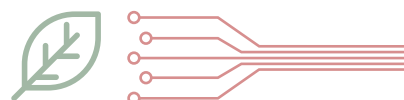
Figure 5 - Les étapes physiques de l'eau en fonction des conditions de pression et de température

La glace n'est pas un état physique stable¹³ à des températures supérieures à 0,01 °C, quelle que soit la valeur de la pression. Dans une certaine mesure, l'état liquide est un état intermédiaire entre les états solide et gazeux : à pression fixée, l'état liquide apparaît dans une gamme intermédiaire de température. L'état gazeux se manifeste à température élevée ou à pression faible. Le diagramme montre les deux repères thermométriques évoqués plus haut : la fusion de la glace à 0 °C à pression atmosphérique et l'ébullition de l'eau liquide à 100 °C. Le point triple est un point tout à fait singulier qui correspond à des conditions de température et de pression (température égale à 0,01 °C et pression égale à 0,006 atm) telles que la glace, l'eau liquide et la vapeur d'eau coexistent durablement : il faut imaginer des glaçons flottant dans de l'eau liquide en ébullition de façon pérenne. On note également que la transformation de la glace en vapeur d'eau (sublimation) et sa transformation réciproque ne peuvent pas être observées à pression atmosphérique puisque la frontière qui sépare les deux domaines n'existe plus au-delà de 0,006 atm.

Ordres de grandeur

Les états solide et liquide sont qualifiés de denses : les entités chimiques, ici des molécules d'eau, sont au contact les unes des autres et leur nombre dans un volume donné est particulièrement élevé. Pour fixer les idées, un volume cubique de glace d'un micromètre de côté contient près de 31 milliards de molécules d'eau (ce qui correspond à une distance moyenne entre molécules d'eau de l'ordre de 3 dix milliardièmes de mètres). Un même volume cubique d'eau liquide contient environ 33 milliards de molécules d'eau (la distance moyenne entre molécules d'eau est sensiblement la même que dans la glace). Enfin, un même volume de vapeur d'eau (dans les conditions ambiantes de température et de pression) contient seulement, si l'on ose dire, 25 millions de molécules d'eau. Dans la vapeur d'eau, à température et pression ambiantes, la distance moyenne entre molécules d'eau est environ dix fois supérieure à ce qu'elle vaut dans l'eau liquide.

13. Un état physique stable peut se maintenir indéfiniment en l'absence de modification des conditions de température et de pression.



Pour souligner à quel point un gaz est un milieu raréfié, précisons que la masse d'un volume d'un litre d'air à pression et température ambiantes ($P=1 \text{ atm}$ et $T=20 \text{ °C}=293 \text{ K}$) est égale à 1,2 g, soit près de mille fois moins que la masse du même volume d'eau liquide!

Préconceptions, obstacles didactiques

- Il convient de bien distinguer le registre du langage courant du registre du langage scientifique afin d'éviter toute confusion.
 - Le mot « matériel » est polysémique : dans le contexte scientifique présenté ici, il fait référence à la matière (caractérisée par sa masse) ;
 - « solide », dans le contexte scientifique, ne s'oppose pas à « fragile » ;
 - dans le langage courant, l'expression « eau gazeuse » renvoie à de l'eau contenant du dioxyde de carbone dissous et non à de l'eau à l'état gazeux ;
 - « ébullition » et « évaporation » sont deux phénomènes distincts. Le premier correspond au changement de l'état liquide vers l'état gazeux¹⁴ à température et pression fixée et qui épuise tout le liquide disponible, alors que l'évaporation est un phénomène transitoire qui ne se manifeste qu'à la surface du liquide et se produit à toute température, correspondant au passage de molécules du liquide vers le gaz (tout le liquide ne disparaît pas nécessairement s'il est présent initialement en quantité suffisante)¹⁵ ;
 - ne pas confondre la fusion, qui est le passage de l'état solide à l'état liquide, et la dissolution, qui est le passage de l'état solide ou gazeux à un état où les entités constitutives du solide ou du gaz sont dispersées dans un liquide (solvant).
- L'air ne doit pas être confondu avec le « vide » : un gaz est un système matériel et sa quantité de matière peut être mesurée. Il importe de montrer la matérialité de l'air.
- La distinction entre solide et liquide a ses limites. Il faut éviter, dans un premier temps, d'avoir recours à des cas particuliers (comme les poudres, le sable) dont les propriétés peuvent remettre en cause la distinction proposée entre solides et liquides. Il est cependant formateur, dans un second temps, de montrer que toute typologie, toute classification présente des limites.
- Il faut éviter de confondre la température, grandeur qui mesure le degré d'agitation thermique de la matière à l'échelle microscopique, et la chaleur qui désigne le processus de transfert d'énergie entre un corps de température plus élevée vers un corps de température plus faible. Il est ainsi impropre de dire que « l'isolation d'une maison permet de retenir sa chaleur » : la couverture isolante permet de limiter le refroidissement de la maison en réduisant sensiblement le transfert d'énergie de la maison vers l'atmosphère extérieure de température plus faible.

Repères de progressivité

Le cycle 2 correspond à un temps de découverte des états solide, liquide et gazeux de la matière. Le cycle 3 offre l'occasion de consolider les apprentissages par l'acquisition du vocabulaire scientifique adapté, et du savoir-faire spécifique à la réalisation de premières mesures quantitatives. Au cycle 4, l'étude de la matière est complétée par sa description à l'échelle microscopique. Les mesures de masse et

14. On rappelle que ce changement d'état est appelé *vaporisation*.

15. Un baigneur sèche au soleil alors qu'il n'est pas à la température de 100 °C. C'est bien par évaporation de l'eau présente sur la peau que se produit le séchage du baigneur, et non par ébullition.



de volume donnent l'occasion d'établir les liens entre ces grandeurs et d'introduire la notion de conservation de la matière.

Cycle 2 : apprentissages fondamentaux

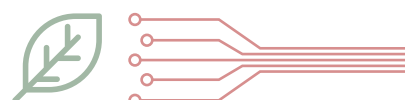
- Identifier les trois états de la matière.
- Observer des changements d'état (essentiellement fusion, liquéfaction et solidification).

Cycle 3 : consolidation

- Identifier un changement d'état de l'eau dans la vie quotidienne.
- Identifier l'état physique de l'eau dans différents processus météorologiques.
- Acquérir le vocabulaire spécifique aux changements d'état de l'eau.
- Associer l'état physique de l'eau à une température donnée, à pression atmosphérique.
- Caractériser un système matériel par sa masse, sa température, son volume.

Cycle 4 : approfondissement

- Décrire la matière à l'échelle microscopique.
- Procéder à des mesures de masse et de volume pour un échantillon matériel et établir le lien entre les deux grandeurs physiques.



Thème - Mélanges et transformations de la matière

Références aux programmes

Matière, mouvement, énergie, information.

Attendus de fin cycle

Décrire les états et la constitution de la matière à l'échelle macroscopique.

Connaissances

Mélange.

Mélange pouvant conduire à une transformation chimique.

Solubilité.

Compétences

Réaliser un mélange.

Séparer quelques constituants d'un mélange (par exemple par décantation puis filtration).

Identifier des mélanges dans les produits de la vie courante.

Établir une classification de couples solide/liquide selon que le solide est soluble ou non dans le liquide.

Distinguer dissolution et fusion.

Connaissances fondamentales et lexique spécifique associé

- **Mélange** : échantillon de matière constitué de plusieurs espèces chimiques, par opposition au corps pur.
 - **Mélange homogène** : mélange dont les différents constituants ne peuvent pas être distingués par une observation visuelle.
 - **Mélange hétérogène** : mélange dont les différents constituants sont discernables.
- **Dissolution d'un solide dans un liquide** : transformation au cours de laquelle les constituants du solide sont dispersés dans le liquide (qui joue le rôle de solvant).
- **Soluble/insoluble** : un solide est soluble dans un liquide lorsqu'on observe sa dissolution (même partielle). Lorsque le solide est insoluble, on peut l'extraire du liquide (décantation, filtration, séchage) et vérifier qu'on retrouve la quantité initiale (qui peut être caractérisée par la masse). Lorsque la dissolution est partielle, on obtient une quantité de solide inférieure à la quantité initiale.
- **Transformation chimique** : transformation de la matière qui s'accompagne de la disparition d'espèces chimiques et de l'apparition de nouvelles espèces.

Connaissances pour prendre du recul

- Les transformations physico-chimiques :
On distingue les transformations physiques où les espèces chimiques sont conservées, comme, par exemple au cours d'un changement d'état physique, des transformations chimiques qui s'accompagnent de la disparition d'espèces chimiques et de l'apparition de nouvelles espèces, non présentes à l'état initial.
 - **Exemples de transformations physiques** : les changements d'état physique d'un corps pur, la dissolution d'un solide (les entités chimiques qui constituent le solide sont simplement dispersées dans le liquide).
 - **Exemples de transformations chimiques** : le fonctionnement d'une pile est dû



à une transformation chimique¹⁶, le brunissement à l'air libre d'une pomme coupée est dû à une transformation chimique sous l'action du dioxygène présent dans l'air, la combustion d'un morceau de papier est également une transformation chimique.

- Au sujet des mélanges :

Il existe des mélanges en phase liquide, gazeuse et solide. L'eau du robinet est un mélange d'eau pure et de différentes espèces chimiques dissoutes¹⁷. L'air est un mélange de différentes espèces chimiques gazeuses, dont les deux principales sont le dioxygène (comptant approximativement pour 20 % de la masse d'un échantillon d'air) et le diazote (comptant approximativement pour 80 %). L'or à 18 carats est un mélange de trois espèces chimiques métalliques, l'or, l'argent et le cuivre.

Alors que les gaz sont toujours miscibles et forment des mélanges homogènes, il n'en est pas de même avec les liquides. Deux espèces chimiques à l'état liquide sont miscibles seulement lorsqu'elles partagent des propriétés structurales communes, ce qui n'est pas le cas, par exemple, de l'eau et de l'huile. La même règle prévaut pour la solubilité. Un solide dont les constituants présentent une affinité chimique avec le solvant est en général soluble. C'est ce que traduit la règle suivante qui s'énonce aussi bien en français qu'en anglais ou en latin : « qui se ressemble, s'assemble », « *like dissolves like* », « *similia similibus solvuntur* ».

Préconceptions, obstacles didactiques

- La distinction entre mélanges homogènes et hétérogènes sur la base d'une observation visuelle présente des limites. Ainsi, si le lait paraît homogène à l'observation visuelle, il est en réalité constitué de gouttelettes de matière grasse, invisibles à l'œil nu, mais révélées par une observation au microscope, en suspension dans de l'eau. Il s'agit d'une émulsion, qui constitue un mélange hétérogène. Il convient donc d'introduire dans un premier temps la notion de mélange homogène/hétérogène et de s'appuyer sur des exemples pour lesquels l'observation à l'œil nu permet de conclure.
- L'observation du phénomène de dissolution d'un solide dans un liquide permet de révéler les préconceptions fausses, mais fréquentes suivantes :
 - « Quand un solide se dissout dans l'eau, il ne contribue pas à la masse du mélange. »
 - « Le solide disparaît lorsqu'il est mis en solution. »

Le professeur doit impérativement proposer une remédiation à ces préjugés. Si nos sens nous permettent d'appréhender le monde qui nous entoure, ils ne sont pas pour autant des instruments de mesure objectifs¹⁸. L'interprétation du phénomène de dissolution est réalisée à l'aide de modèles qui décrivent la matière à l'échelle microscopique. Or, un obstacle didactique en chimie, bien connu et documenté, réside dans le recours à différentes échelles de description bien distinctes. La correction des conceptions naïves des élèves peut éventuellement conduire le professeur à expliquer que la matière est constituée de particules invisibles à nos yeux¹⁹. La conservation de la masse avant et après

16. La réalisation d'une pile « [citron](#) » avec une pièce de monnaie en cuivre et une vis en zinc permet l'observation des colorations spécifiques dues aux produits formés par la transformation chimique.

17. La composition de l'eau du robinet est rendue publique par le fournisseur, dans une obligation de contrôle qualité régulier. L'examen de l'étiquette donnant la composition d'une eau minérale, ou d'une boisson usuelle, permet d'obtenir la liste des espèces chimiques dissoutes.

18. L'observation, étape essentielle d'une démarche scientifique, peut ne pas suffire à faire émerger des connaissances robustes.

19. L'histoire des sciences montre cependant que l'hypothèse de l'existence de ces particules est loin d'être évidente. Plusieurs siècles d'interrogation (de l'Antiquité au XIX^e siècle) se sont écoulés avant qu'elle ne s'impose. Ce modèle,



dissolution, révélée par pesée, se comprend dans le cadre d'un modèle où les particules sont conservées au cours de la transformation.

Repères de progressivité

Cycle 2 : apprentissages fondamentaux

- Reconnaître les états physiques de l'eau et leurs manifestations naturelles.
- Identifier quelques propriétés caractéristiques des états solide, liquide, gazeux (à partir du CE2 pour ce dernier état).
- Identifier quelques changements d'état du corps pur : solidification, liquéfaction et fusion.
- Classer des échantillons de matière selon leur état physique.
- Éprouver la matérialité et la compressibilité de l'air à partir de manipulations et d'observations.

Cycle 3 : consolidation

- Réaliser et observer la dissolution d'un solide dans un liquide; distinguer dissolution et fusion.
- Définir un mélange par l'association de différents constituants; identifier des mélanges dans la matière qui nous entoure.
- Mettre en évidence la conservation du solide lors de sa mise en solution et conclure à sa dissociation.
- Identifier des facteurs qui accélèrent la dissolution (pulvérisation du solide, agitation).
- Identifier des couples solide soluble/solvant à partir d'observations.
- Séparer quelques constituants d'un mélange (par décantation puis filtrage par exemple).
- Consolidation et approfondissement en 6^e :
 - Limite de solubilité et saturation d'une solution.
 - Distinction entre transformation physique et transformation chimique.
 - Technique complémentaire de séparation des constituants d'un mélange (mettant en jeu des changements d'état par exemple).

Cycle 4 : approfondissement

Les notions acquises antérieurement permettent de poursuivre l'étude, caractérisation et séparation des mélanges, d'aborder des notions de mélanges homogènes et hétérogènes, de corps pur, d'approfondir les notions de transformations physiques et chimiques, de réaliser des mesures de solubilité et d'aborder les enseignements transversaux (en lien par exemple avec l'éducation au développement durable : chimie et environnement, qualité et traitement des eaux, etc.).

aujourd'hui considéré comme essentiel, ne s'impose pas au cycle 3; il est introduit au cycle 4 dans l'interprétation des transformations chimiques.



Exemple n° 2 de mise en œuvre : le robot chenille

Cycle

Cycle 3.

Niveau

CM1-CM2.

Références au programme

Matériaux et objets techniques.

Matière, mouvement, énergie, information.

Attendus de fin cycle

Décrire le fonctionnement d'objets techniques, leur fonction et leur constitution.

Concevoir et produire tout ou partie d'un objet technique en équipe et traduire une solution technologique répondant à un besoin.

Observer et décrire différents types de mouvements.

Connaissances et compétences associées

Décrire le fonctionnement d'objets techniques, leur fonction et leur constitution

- Besoin, fonction d'usage.
- Fonction technique, solutions techniques.
- Représentation du fonctionnement d'un objet technique.

Concevoir et produire tout ou partie d'un objet technique en équipe et traduire une solution technologique répondant à un besoin

- Notion de contrainte.
- Recherche d'idées (schémas, croquis...).

Observer et décrire différents types de mouvements

- Élaborer et mettre en œuvre un protocole pour appréhender la notion de mouvement et de mesure de la valeur de la vitesse d'un objet.

Intentions pédagogiques - Enjeux

La séquence propose d'introduire la notion de contrainte dans la conception ou l'amélioration d'un objet technique tout en mobilisant les compétences d'expression écrite et orale, au service de la description du fonctionnement d'un objet technique et de sa représentation schématique. La description du fonctionnement de l'objet peut comporter des informations quantitatives relatives à sa taille (grandeurs et mesures) et à son déplacement (détermination d'une vitesse).

Il est proposé ici de travailler sur un robot biomimétique fabriqué à l'aide de matériaux et composants nécessitant des moyens limités ; une vidéo propose un [tutoriel pour la fabrication](#).

La séquence s'appuie sur un robot particulier, mais le professeur peut transposer la séquence à d'autres objets techniques ou robots de son choix. Plusieurs modalités sont possibles selon les choix et appétences du professeur :

- le professeur fabrique lui-même un nombre de robots égal au nombre de groupes d'élèves qu'il souhaite mettre en place ;
- le professeur propose au préalable une séquence de fabrication de robots à la classe ;
- le professeur travaille en partenariat avec un collègue professeur de technologie en collège, qui l'accompagne dans la fabrication de robots, éventuellement



en mobilisant des collégiens dans le cadre d'une activité pédagogique ou d'un atelier de technologie.

La séquence peut se limiter aux trois premières séances, centrées sur l'observation du robot et la description de son fonctionnement, si le professeur ne travaille pas sur le robot chenille pris en exemple ici ou selon sa programmation et ses intentions en termes de réalisations expérimentales sur l'ensemble de l'année.

Description de la séquence - scénario pédagogique

Objectifs

Il s'agit dans cette séquence non pas de construire un objet technique, mais d'en comprendre le fonctionnement, de le décrire et de proposer des améliorations de l'objet technique au regard de contraintes d'utilisation.

Lors de la première séance, il conviendra de présenter aux élèves les objectifs de l'ensemble de la séquence, en termes de réalisations et d'apprentissages. La notion de contrainte pourra être le fil rouge des apprentissages, puisqu'elle se rapportera à la fois à l'étude de l'objet technique et aux productions des élèves (productions textuelles et productions de schémas).

La séance 3 permet plus spécifiquement d'engager les élèves dans un travail collaboratif permettant de stimuler leur créativité tout en proposant un contexte pédagogique ludique : rechercher des solutions d'amélioration d'un objet peut s'envisager sous forme de défi collectif, de confrontation d'idées entre groupes d'élèves, etc. Cette séance est prolongée par une dernière séance de mise en œuvre permettant aux élèves de concrétiser leurs idées.

Compétences mobilisées

- Concevoir, créer, réaliser :
 - décrire le fonctionnement d'objets techniques, leurs fonctions et leurs composants ;
 - réaliser en équipe tout ou partie d'un objet technique répondant à un besoin ;
- S'approprier des outils et des méthodes :
 - faire le lien entre la mesure réalisée, les unités et l'outil utilisés ;
 - garder une trace écrite ou numérique des recherches, des observations et des expériences réalisées ;
- Pratiquer des langages :
 - rendre compte des observations, expériences, hypothèses, conclusions en utilisant un vocabulaire précis ;
 - utiliser différents modes de représentation formalisés (schéma, dessin, croquis, tableau, graphique, texte) ;
 - expliquer un phénomène à l'oral et à l'écrit.



Intitulé des séances

Séance 1 : étudier et décrire le fonctionnement du robot chenille

Séance 2 : réaliser un schéma légendé du robot chenille

Séance 3 : proposer des modifications possibles du robot pour qu'il réponde à une nouvelle contrainte

Séance 4 : mettre en œuvre les protocoles rédigés en séance 3

Éléments de progression, évaluation et points de vigilance

Connaissances et compétences convoquées pour mettre en œuvre la séquence

La séquence constitue l'occasion d'introduire les notions de contrainte et de schéma, ou de les réinvestir.

De même, cette séquence permet de réinvestir les notions de vitesse, de déplacement et de mouvement rectiligne, mais peut aussi constituer un premier temps pour traiter de la partie du programme « observer et décrire différents types de mouvement », qui peut être traitée à partir de l'observation du fonctionnement de divers robots.

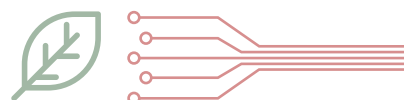
Cette séquence permet à la fois d'introduire des notions du programme de sciences et technologie et de mobiliser des compétences en français et mathématiques.

Suggestions concernant la place de la séquence dans la progression du professeur

La séquence peut être réalisée à tout moment de l'année en CM1 ou CM2, et adaptée aux compétences déjà acquises ou à réinvestir par les élèves.

Modalités d'évaluation prévues

- Séance 1 : la production d'écrit est l'occasion d'une évaluation formative par les pairs. La relecture de la production de chacun est faite par un autre élève, dans une organisation adaptée aux profils des élèves. Le cas échéant, une deuxième version est produite suite aux remarques, et on itère le processus. On peut créer des binômes ou bien faire tourner au sein de chaque sous-groupe ou encore plus largement dans la classe. Le professeur peut évaluer la capacité de relecture et la valoriser.
- Séance 2 : une auto-évaluation à partir d'un ensemble de critères caractérisant le schéma peut être proposée, qui sera mise en parallèle d'une évaluation par le professeur à partir des mêmes critères.
- Séance 3 et séance 4 : il s'agit de séances pouvant donner lieu à des évaluations par le professeur au travers de l'observation qu'il fait en continu des élèves : implication dans un travail collectif ; respect de l'autre ; capacités orales ; habileté manuelle, etc.
- À la fin de la séquence, le professeur peut concevoir une évaluation comportant par exemple :
 - Une photo d'objet technique et un schéma incomplet et non annoté ; l'élève devra le terminer avec quelques éléments lexicaux à choisir parmi une liste.
 - Une situation de réinvestissement des notions de mouvements, vitesse, avec une production d'écrit comportant quelques contraintes (lexique imposé, format, etc.), des calculs de détermination de vitesses et de conversion



d'unités, des questions sur les ordres de grandeur de vitesses en fonction des objets qui se déplacent.

Points de vigilance

Il convient de rendre cette séquence riche de contraintes autour des productions d'écrit de différents types la plus agréable possible pour les élèves, la plus stimulante pour tous et la moins stigmatisante pour les élèves les plus en difficultés avec l'écrit.

Déroulement de la séance 1 : étudier et décrire le fonctionnement du robot

Matériel et ressources pour mener la séance

- Un robot par groupe de 4 élèves
- Dispositifs de mesure de longueur (mètre ruban et règles ; support permettant de marquer des repères)
- Chronomètres
- Dispositif de vidéoprojection

| Étapes de la séance | Rôle du professeur | Activités des élèves | Modalités |
|---|--|--|-----------------------------|
| Étape 1 : présentation de l'objectif de la séquence | Le professeur présente l'objectif de la séquence (décrire le fonctionnement d'un objet technique puis proposer des améliorations de son fonctionnement) et ses modalités (observations, productions de textes et réalisations de schémas, puis modifications du robot). Il projette ensuite la vidéo d'introduction « Présentation des robots bio-inspirés ». | Ils visualisent le film et le professeur organise le recueil des commentaires oraux des élèves en veillant à la qualité de l'expression orale (reprise de termes utilisés à mauvais escient, valorisation de l'utilisation d'un lexique adapté, introduction de lexique nouveau ou réinvestissement. Attention à la correction de la syntaxe des phrases formulées par les élèves...). | En collectif. |
| Étape 2 : présentation de l'objet technique | Le professeur fournit les robots aux élèves. Si le professeur ne dispose pas des robots, il peut faire travailler les élèves à partir d'extraits vidéo qui montrent, sous des angles différents, le déplacement du robot chenille. | Les élèves observent le robot à l'arrêt et en mouvement. | En groupes ou en collectif. |

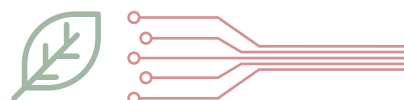


| Étapes de la séance | Rôle du professeur | Activités des élèves | Modalités |
|--|--|---|--|
| <p>Étape 3 : description du fonctionnement du robot</p> | <p>Le professeur interroge les élèves pour aboutir à une liste validée collectivement de ce qui doit apparaître dans la description (la comparaison avec une notice technique d'un appareil peut être faite) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • des phrases ; • des informations techniques chiffrées comme les dimensions et la vitesse de déplacement du robot ; • un ou des schémas (qui seront réalisés lors de la prochaine séance). <p>Des contraintes pour la rédaction des parties textuelles sont données aux élèves, ou déterminées avec eux (ex : mots imposés de différentes natures (substantifs/verbes/conjonctions de coordination/adverbes temporels, etc. ; structure de phrases ou de texte imposée ; tableau de présentation des données chiffrées).</p> <p>La définition de la vitesse de déplacement d'un objet est donnée ou rappelée. Il en est déduit une méthode de détermination de cette vitesse (mesure de la durée de parcours d'une distance donnée, précisément mesurée elle aussi).</p> | <p>Les élèves sont répartis en groupes de 4.</p> <p>Ils réalisent les productions demandées, en respectant les contraintes.</p> | <p>Par groupes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • chacun dispose de son cahier de brouillon pour les premiers essais, ou d'un document cadrant préparé par le professeur ; • le groupe s'organise pour la mesure de la vitesse de déplacement du robot ; • une trace écrite individuelle validée par le professeur ou construite collectivement est reproduite dans le cahier de sciences et technologie. |

Lecture commentée

La séance met l'accent sur l'observation et la verbalisation qui en découle. Une attention particulière à la qualité de l'expression orale et écrite est bienvenue, et l'exigence peut être mise en relation avec l'importance d'être compris (si une notice technique n'est pas claire, l'utilisateur ne fera pas un bon usage de l'objet, par exemple).

La notion de vitesse de déplacement peut être introduite ici, de même que les notions au programme de mouvement rectiligne, ou réinvestie dans l'activité. Les mesures de durée et de distance sont ici l'occasion de travailler et discuter la précision de la mesure, l'importance de l'association de la valeur de la grandeur à son unité, la présentation des mesures puis du calcul de vitesse et de son résultat (valeur et unité). Les mesures vont se faire en centimètres et en secondes ; c'est ici l'occasion de faire pratiquer des conversions par un travail sur la proportionnalité et une solide oralisation du raisonnement (dans la séance, à des fins de différenciation, ou dans une séance de mathématiques qui reprendrait les valeurs et le problème de conversion).



Déroulement de la séance 2 : représenter le robot par un ou des schémas

Au cours de cette deuxième séance, les élèves sont amenés à réaliser des schémas du robot.

Matériel et ressources pour mener la séance

- un robot par groupe de 4 élèves
- matériel de vidéoprojection ou photographies du robot sous différents angles

| Étapes de la séance | Rôle du professeur | Activités des élèves | Modalités |
|---|--|---|------------|
| Étape 1 : remobilisation des éléments de la séance précédente | Le professeur fait lire par à un ou plusieurs élèves un ou des textes élaborés lors de la séance précédente et validés pour décrire le robot. | Lecture ou écoute active. | Collectif. |
| | Le professeur demande aux élèves d'énoncer les notions apprises ou revues lors de la séance : <ul style="list-style-type: none">• lexique nouveau, notions de mouvement, de vitesse, méthode de détermination d'une vitesse, unités de vitesse. | Participation de plusieurs élèves au rappel selon les modalités organisées par le professeur. Deux élèves peuvent être mobilisés au tableau pour noter ce qui est dit par les autres et doit être retenu. | |
| Étape 2 : présentation de l'objectif de la séance | Présentation de l'objectif. Le professeur introduit ou fait chercher la définition d'un schéma et fait émerger par le questionnement, les contraintes que la définition impose et qu'il faudra respecter (graphique/simplicité/symbolisation/précision). Il peut rassembler ces critères dans une grille qui servira à l'évaluation des productions. | Écoute active, échanges et consensus sur les critères. Les élèves vont devoir représenter le robot par un ou des schémas. | Collectif. |



| Étapes de la séance | Rôle du professeur | Activités des élèves | Modalités |
|---|--|---|---|
| Étape 3 : réalisation des schémas | Le professeur répartit les élèves par groupes de 4 et fournit un robot, et le cas échéant des photographies sous différents angles du robot. Il fait émerger les choix à faire : vue de face, de côté, etc. Le travail des groupes peut ainsi être réparti entre les élèves, tous ne schématisant pas la même vue. La production du groupe deviendra ensuite celle de tous. | Activité de schématisation. | Par groupes avec une mission pour chacun. |
| Étape 4 : mise en commun et validation par auto-évaluation et/ou évaluation par les pairs à partir de la grille de critères | Le professeur organise la co-évaluation des réalisations. Des copies des productions de chaque membre du groupe sont fournies pour que chacun dispose de toutes les vues du robot dans le cahier. | Les élèves de chaque groupe rédigent une synthèse collective de leur travail par mise en commun des différentes vues après leur évaluation et en gardent trace chacun dans son cahier de sciences et technologie. | Collectif. |

Lecture commentée

La représentation schématique demande soin et rigueur.

Les contraintes et critères d'évaluation listés et éventuellement rassemblés dans un tableau permettent de mobiliser à nouveau la notion de contrainte, de règle et d'introduire ou de mobiliser la notion d'évaluation objective d'une réalisation.

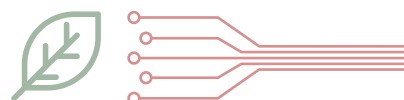
Le partage des tâches constitue un apprentissage multiple : l'intérêt d'une production collégiale pour une plus grande efficacité par partage du travail au sein d'une équipe ; la nécessité de faire au mieux individuellement pour réussir la production collective ; l'acceptation de la moindre qualité de la réalisation d'un pair (inclusion ; acceptation de la différence ; aide entre pairs ; encouragement et valorisation de l'autre).

Déroulement de la séance 3 : comment modifier un objet technique pour améliorer son déplacement en fonction de la nature du sol ?

Dans cette troisième séance, les élèves vont devoir imaginer des modifications de l'objet mobile afin de le rendre opérationnel dans différents environnements.

Matériel et ressources pour mener la séance

- Matériel pour la manipulation, l'expérimentation : un robot par groupe de 4, du matériel à disposition sur une table : par exemple, un plan incliné, du savon, un bac avec du sable, un bac dont le fond est humidifié, des feuilles de papier de verre, de feutres, une bande de moquette, etc.
- Pour le professeur, la [vidéo montrant des modifications apportées au robot](#).



Lecture commentée

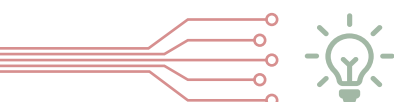
Les frottements sont indispensables au déplacement. Lors du contact d'une partie du robot avec le sol, on peut observer deux comportements : soit cette partie accroche sur le sol, soit elle glisse.

Le glissement est favorisé lorsque les surfaces en contact sont lisses ou lubrifiées et lorsqu'il y a peu d'appui d'une surface sur l'autre. En revanche, l'accroche est favorisée lorsque les surfaces sont rugueuses et lorsque l'appui est important (on augmente l'appui d'une partie du robot sur le sol en augmentant le poids de cette partie).

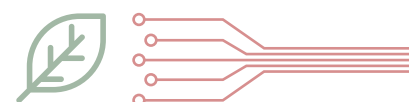
Pour que le robot se déplace, il faut parvenir à une configuration où des phases d'accrochage et de glissement de chacune des parties arrière et avant du robot alternent : lorsque la partie arrière accroche, la partie avant doit glisser et réciproquement. Ce phénomène, appelé effet collé glissé, est très répandu : il est par exemple à l'origine du crissement d'une craie au tableau, de la mise en mouvement d'une corde de violon par un archet, ou encore des tremblements de terre (phases de glissement).

Pour permettre le déplacement du robot en zone humide, on peut imaginer peindre, avec une peinture couvrante bien choisie, la partie inférieure du robot de manière à la rendre imperméable.

| Étapes de la séance | Rôle du professeur | Activités des élèves | Modalités |
|--|---|----------------------|------------|
| Étape 1 : présentation de l'objectif de la séance : <ul style="list-style-type: none">proposer des modifications de l'objet technique pour qu'il puisse évoluer facilement dans divers environnementspréparer les protocoles pour réaliser ces améliorations lors de la séance suivante | Le professeur présente l'objectif de réinvestissement de la notion de contrainte. | Écoute active. | Collectif. |



| Étapes de la séance | Rôle du professeur | Activités des élèves | Modalités |
|--|--|--|---------------------|
| <p>Étape 2 : constats, réflexion et propositions</p> | <p>Le professeur répartit les élèves par groupes de 4. Il présente les contraintes que les élèves vont devoir prendre en compte. Elles sont différentes dans chaque groupe afin de répartir autant que d'enrichir le travail.</p> <p>Il distribue un robot par groupe et demande aux élèves d'imaginer des modifications possibles.</p> <p>N. B. Il peut induire des propositions en mettant du matériel à disposition pour l'ensemble des groupes sur une table prévue à cet effet.</p> <p>Il précise que du matériel est à disposition.</p> <p>Il aide et étaye si besoin.</p> | <p>Les élèves doivent imaginer les modifications de l'objet en fonction de la contrainte environnementale qui leur est imposée.</p> <p>Exemple de répartition :</p> <p>Groupe 1 : le robot doit se déplacer sur une planche savonneuse horizontale.</p> <p>Groupe 2 : le robot doit se déplacer dans du sable.</p> <p>Groupe 3 : le robot doit se déplacer sur une feuille de papier de verre.</p> <p>Groupe 4 : le robot doit se déplacer dans une bassine dont le fond est humide.</p> <p>Groupe 5 : le robot doit se déplacer sur un plan légèrement incliné.</p> <p>Les élèves commencent par une description orale puis écrite des constats. Ils proposent des modifications possibles, dont ils élaborent une trace écrite : texte, schéma annoté..., en lien avec les constats précédemment établis.</p> <p>Ils peuvent s'inspirer du matériel mis à leur disposition sur la table dédiée.</p> <p>Il s'agit de rédiger une courte description du protocole à suivre pour réaliser la modification, afin de préparer la séance suivante.</p> | <p>Par groupes.</p> |
| <p>Étape 3 : mise en commun</p> <p>Chaque groupe présente son travail</p> | <p>Le professeur demande au rapporteur de chaque groupe de présenter la contrainte et la solution technique élaborée par le groupe.</p> <p>Il pose des questions et organise les débats.</p> | <p>Les élèves de chaque groupe font une synthèse collective de leur travail. Ils posent des questions et commentent les propositions des autres groupes.</p> <p>Une présentation des améliorations proposées au regard de chaque contrainte imposée est faite au tableau.</p> | <p>Collectif.</p> |



Lecture commentée

On peut contextualiser cette séance en appelant l'attention des élèves sur le rôle par exemple des robots utilisés dans une opération de secours à des personnes dans des décombres : le robot doit se déplacer sur des surfaces particulières et suffisamment vite.

Cette séance est une occasion de soigner la formulation du lien entre les constats et les propositions, en fixant des contraintes. Par exemple, on peut imposer de construire des phrases sur le modèle suivant : « Nous constatons que.... [le robot ne se déplace pas sur une surface très lisse]. Nous proposons donc... Pour cela, nous allons... »

Déroulement de la séance 4 : modification de l'objet technique

Cette dernière séance est la mise en œuvre des propositions imaginées lors de la séance précédente.

Les élèves vont modifier leur robot, constater l'effet (positif, négatif ou nul) et adapter le cas échéant les modifications.

Matériel et ressources pour mener la séance

- un robot par groupe de 4 élèves
- du matériel divers : peinture imperméabilisante, pointes en bois (type pics apéritif), adhésif double face, pièces de monnaie ou tout objet pouvant être collé pour faire contrepoids, etc.

| Étapes de la séance | Rôle du professeur | Activités des élèves | Modalités |
|---|--|---|--------------|
| Étape 1 : présentation de l'objectif de la séance | Le professeur présente le travail et précise les consignes. Le professeur veille à la bonne installation de chaque groupe. | Pour entrer dans l'activité, chaque groupe reprend le protocole élaboré lors de la séance précédente. | Collectif. |
| Étape 2 : modification de l'objet technique | Le professeur passe de groupe en groupe afin d'aider, de répondre aux questions, de valider l'avancée du travail. | Dans chaque groupe, les élèves modifient leur robot et vérifient la validité de la proposition d'amélioration faite lors de la séance précédente. Ils testent ensuite ces transformations dans la contrainte imposée. Par tâtonnement et essais/erreurs, ils font évoluer les propositions initiales et les modifications du robot. | Par groupes. |



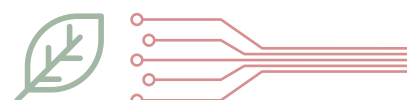
| Étapes de la séance | Rôle du professeur | Activités des élèves | Modalités |
|---|---|--|------------|
| Étape 3 : synthèse en collectif | Le professeur pose des questions et aide, si besoin, à la formulation des réponses. | Chaque groupe vient présenter les réalisations devant la classe entière. Les élèves exposent les difficultés rencontrées, les solutions techniques et les choix opérés en fonction de leurs connaissances ou de leurs intuitions et concluent sur la réussite ou non de leur action. Une synthèse écrite est élaborée collectivement pour garder trace des réalisations dans le cahier de sciences et technologie. | Collectif. |

Lecture commentée

La séance est essentiellement centrée sur les réalisations des élèves. Il est possible de proposer à des groupes experts d'appuyer leurs constats autant que la validation ou l'invalidation de la solution proposée à partir de mesures de vitesse de déplacement de l'objet par exemple, en réalisant des essais sur une distance toujours identique et en mesurant les durées de parcours de cette distance.

Les échecs dans certaines modifications proposées sont autant de situations intéressantes à analyser : rechercher l'origine ou les raisons de l'échec, rassurer en expliquant que sciences et technologie se font ainsi, par essais-erreurs et avec de nombreux échecs qu'on analyse et dont on tire des apprentissages. On garde trace dans le cahier des sciences et technologie des réussites comme des tentatives qui n'ont pas abouti.

Il convient de terminer la séquence avec la même rigueur et la même exigence, concernant les formulations orales et écrites, les schémas, les mesures éventuelles et de dresser avec les élèves le bilan de ce qui a été appris (en particulier intérêt des robots, mouvement, vitesse, contrainte, schéma, principe de l'essai-erreur, objectivité dans les constats, importance de la trace écrite et de sa qualité). Le professeur explique aux élèves en quoi pourra consister une évaluation de ce qu'ils ont appris (cf. paragraphe sur l'évaluation dans ce document).



Repères associés à l'exemple n° 2

Sont proposées ici deux fiches qui présentent un ensemble de contenus scientifiques et technologiques à destination des professeurs sur la notion de contrainte et sur les mouvements.

Thème - Notion de contrainte

Références aux programmes

Matériaux et objets techniques.

Attendus de fin cycle

Concevoir et produire tout ou partie d'un objet technique en équipe pour traduire une solution technologique répondant à un besoin.

Connaissances

Notion de contrainte.

Compétences

Résoudre un problème technique.

Imaginer et réaliser des solutions techniques en effectuant des choix de matériaux et des moyens de réalisation dans le respect de contraintes notamment environnementales (réduire la consommation d'énergie, utiliser des matériaux recyclables, etc.).

Connaissances fondamentales et lexique spécifique associé

Fonction technique et solution technique

Un objet technique a une fonction d'usage et répond à un besoin. Pour décrire sa constitution et son fonctionnement, on procède à une décomposition en sous-ensembles. Chaque sous-ensemble joue un rôle, il a une fonction particulière, appelée fonction technique.

C'est l'association de toutes les fonctions techniques de l'objet qui permet de réaliser la fonction d'usage et d'obtenir l'objet technique qui correspond au besoin.

Ces fonctions techniques sont réalisées en utilisant des solutions techniques choisies parmi plusieurs possibilités. On peut comparer cela à un jeu de construction : on choisit, combine, assemble, des briques élémentaires (solutions techniques) pour créer une construction. La créativité se situe essentiellement dans l'assemblage, car on n'invente que rarement de nouvelles pièces élémentaires du jeu de construction.

Exemple : le robot « Mars Explorer Rover » a permis d'explorer la planète Mars ; pour remplir cette mission, différentes solutions techniques ont permis de réaliser les fonctions techniques dont certaines sont illustrées ci-dessous :



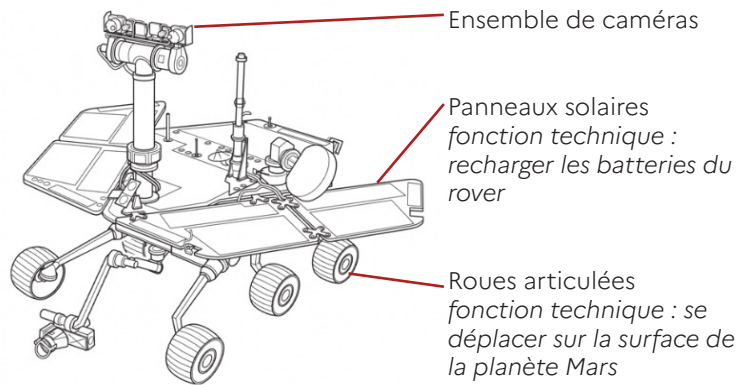


Figure 6 - Robot « Mars Exploration Rover » (MER)

Exemple : prenons l'exemple d'une contrainte liée au fonctionnement de l'objet technique. Dans le cas d'un robot explorateur, il peut s'agir d'une contrainte exigeant que le robot soit capable de franchir un obstacle donné.

Fonction technique : « se déplacer sur une surface »

Solution technique : roues

Contrainte : franchir un obstacle de hauteur 2 cm

Sur le robot explorateur ci-contre, les roues du robot initialement choisies pour réaliser la fonction « se déplacer sur une surface » se révèlent inadaptées pour respecter la contrainte de franchissement d'un obstacle (représenté ici par un livre).

Le robot bute contre le livre sans pouvoir le franchir ; la contrainte n'est pas respectée.

Pour respecter cette contrainte, une nouvelle solution technique est choisie, constituée de roues d'un plus grand diamètre.

Le robot peut à présent franchir l'obstacle et la nouvelle solution technique permet de satisfaire la contrainte de franchissement.

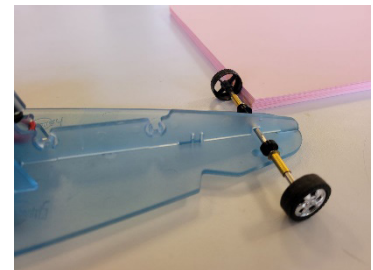


Figure 7 - Robot avant amélioration

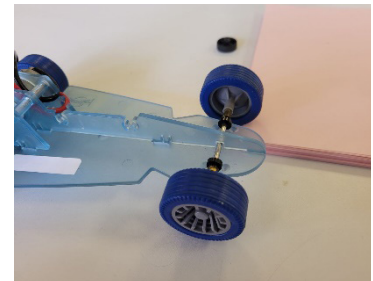
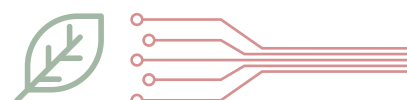


Figure 8 - Robot après amélioration

On peut ainsi imaginer toutes sortes de contraintes pouvant nécessiter de nouveaux choix techniques

En réalité, toute production, y compris artistique, peut être soumise à une contrainte, inhérente à la nature de la production ou externe ou que l'auteur s'impose : contrainte dans la forme poétique, dans la longueur d'un écrit commandé, contrainte par l'usage d'une technique artistique (peinture, matière, taille...), par le coût (cinéma), etc.

Pour améliorer un objet technique, et satisfaire de nouvelles contraintes (par exemple franchir un obstacle plus grand, se déplacer plus rapidement, être plus solide en cas de choc...), il est nécessaire d'engager une recherche d'idées, car



la solution technique n'est jamais unique, elle est le résultat d'un choix parmi plusieurs possibilités.

Des outils de représentation deviennent alors indispensables pour accompagner cette recherche d'idées et permettre ainsi de décrire des principes de solutions envisagées sans entrer dans une description fine de l'objet avant d'avoir choisi la solution qui sera retenue. On a pour cela recours le plus souvent au croquis ou au schéma.

Croquis

Un croquis n'est pas une représentation précise de l'objet technique. Il est avant tout un dessin à main levée permettant de le représenter graphiquement. Il permet de visualiser l'objet technique, et d'en décrire les principales caractéristiques par des annotations.



Figure 9 - Exemple de croquis d'un casque audio.- Source : publicdomainvectors.org

Schéma

On peut retenir la définition suivante du CNRTL ([centre national de ressources textuelles et lexicales](http://www.cnrtl.fr/lexique/textuelles-et-lexicales)) : « un schéma est une représentation graphique réduite à l'essentiel et souvent symbolique, mais où toutes les informations se trouvent données de façon précise ».

Cette définition embarque avec elle l'ensemble des règles liées à la schématisation, notamment l'utilisation de symboles normalisés et qui permettent de différencier le schéma du croquis.

Exemples :



Figure 10 - maquette de dragster



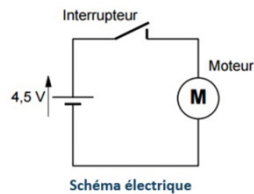


Figure 11 - Schéma électrique du circuit d'alimentation du moteur

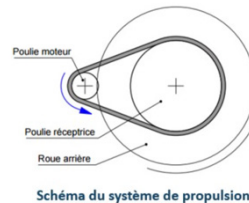


Figure 12 - Schéma mécanique du système de propulsion

Contrainte

Le mot « contrainte » revêt plusieurs acceptions, dont on retiendra dans le cadre de cette ressource celle de « règle obligatoire ».

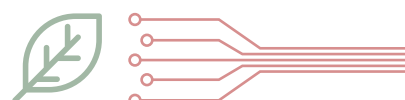
Le concepteur d'un objet technique doit tenir compte de certaines difficultés ou obligations appelées contraintes. Elles peuvent être liées au développement durable (par exemple, l'objet technique doit être composé de matériaux recyclables ou l'objet doit être facilement démontable pour en assurer la maintenance), au fonctionnement, au design et au coût. Le choix de chaque solution technique dépend de plusieurs contraintes.

Connaissances pour prendre du recul

La notion de contrainte que doit respecter un objet technique est plus naturellement associée à son fonctionnement : un robot doit pouvoir se déplacer à une vitesse suffisante, franchir des obstacles, avoir une autonomie suffisante, etc. Toutefois la conception d'un objet technique résulte d'un recensement des contraintes à respecter qui peuvent provenir de la prise en compte de différentes phases de la « vie » d'un objet technique : sa conception, sa fabrication, son utilisation bien sûr, mais également son recyclage en fin de vie.

Par exemple, la sobriété énergétique, qui constitue aujourd'hui un enjeu contemporain majeur, se traduit par des contraintes non seulement de consommation énergétique maîtrisée lors du fonctionnement d'un objet technique (on pense naturellement à la consommation énergétique des véhicules par exemple), mais également par des contraintes sur la fabrication de l'objet. Certains matériaux seront choisis, car ils sont plus faciles à utiliser lors de la fabrication de l'objet et permettent ainsi de limiter l'énergie consommée dans cette phase de la vie de l'objet.

On peut donc prolonger l'exploitation de la notion de contrainte en prenant en considération le cycle de vie d'un objet technique en lien avec le développement durable.



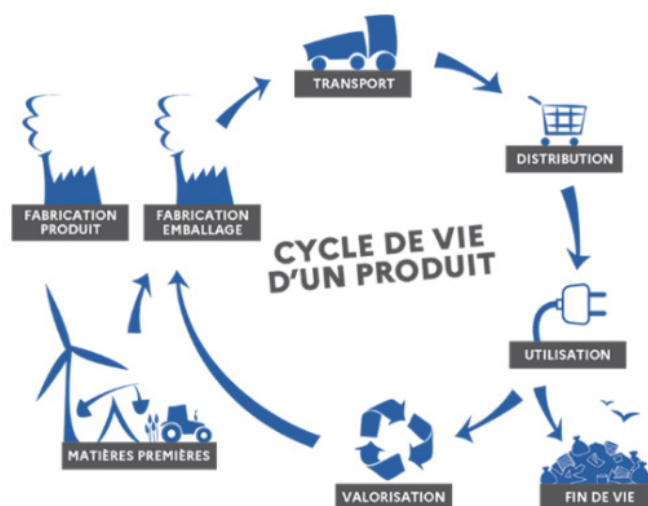


Figure 13 - Cycle de vie d'un produit - Source ADEME

Préconceptions, obstacles didactiques

La notion de contrainte est sans doute connue des élèves, mais dans un autre domaine que celui de la technologie, et peut-être vu d'un point de vue négatif. Il s'agit ici de donner une nouvelle acception du mot et de montrer le lien avec le principe d'amélioration d'un objet technique et de sa réponse à un besoin.

L'activité relative au robot chenille nécessite rigueur et donc exigence dans la description de l'objet technique, de son fonctionnement, en termes de lexique, de maîtrise de la langue, de mesures et de représentations schématiques, et constitue en cela une séquence très riche. Le professeur choisit les modalités de regroupement des élèves de manière à ce que chaque élève réalise sa propre production ou contribue à une production validée collectivement. La notion de contrainte est mise en abîme et mobilisée dans les consignes données pour la production d'écrit ou la représentation schématique.



Thème - Mouvements : observer et décrire différents types de mouvements

Références aux programmes

Matière, mouvement, énergie, information

Attendus de fin cycle

Observer et décrire différents types de mouvements.

Connaissances

Décrire un mouvement et identifier les différences entre mouvements circulaires ou rectilignes :

- Mouvement d'un objet (trajectoire et vitesse : unités et ordres de grandeur).
- Exemples de mouvements simples : rectiligne, circulaire.
- Élaborer et mettre en œuvre un protocole pour appréhender la notion de mouvement et de mesure de la valeur de la vitesse d'un objet.

Compétences

- Faire le lien entre la mesure réalisée, les unités et l'outil utilisés.
- Observer un mouvement en tant qu'observateur immobile.

Connaissances fondamentales et lexique associé

Lexique utile à l'observation

- **Mouvement** : on qualifie de mouvement la variation de la position d'un point, d'un solide ou d'un système au cours du temps par rapport à un autre point, solide ou système. Un mouvement est caractérisé par une trajectoire et une vitesse.
- **Trajectoire** : c'est une ligne, courbe en général, qui donne l'ensemble des positions que prend, au cours du temps, l'objet en mouvement.

Pour simplifier, on réduit un objet à un point matériel ou un point d'un solide.

- **Trajectoire rectiligne** : cas particulier d'une trajectoire en ligne droite.

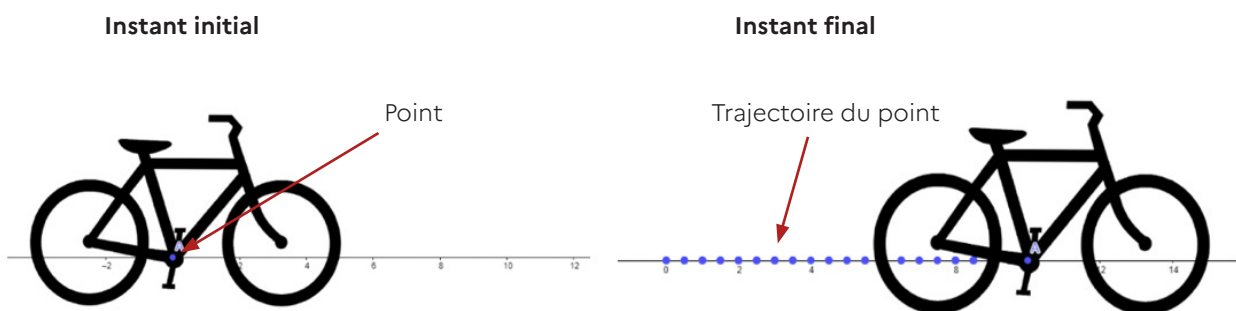
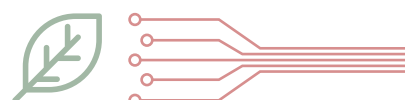


Figure 14 - Observation du déplacement par rapport au sol du centre du pédalier assimilé à un point

On parle de trajectoire rectiligne, car la trace formée par le déplacement du centre du pédalier est une ligne droite.

Voir l'animation géogébra « [trajectoire rectiligne](#) ».



- **Trajectoire circulaire** : cas particulier d'une trajectoire en forme de cercle.

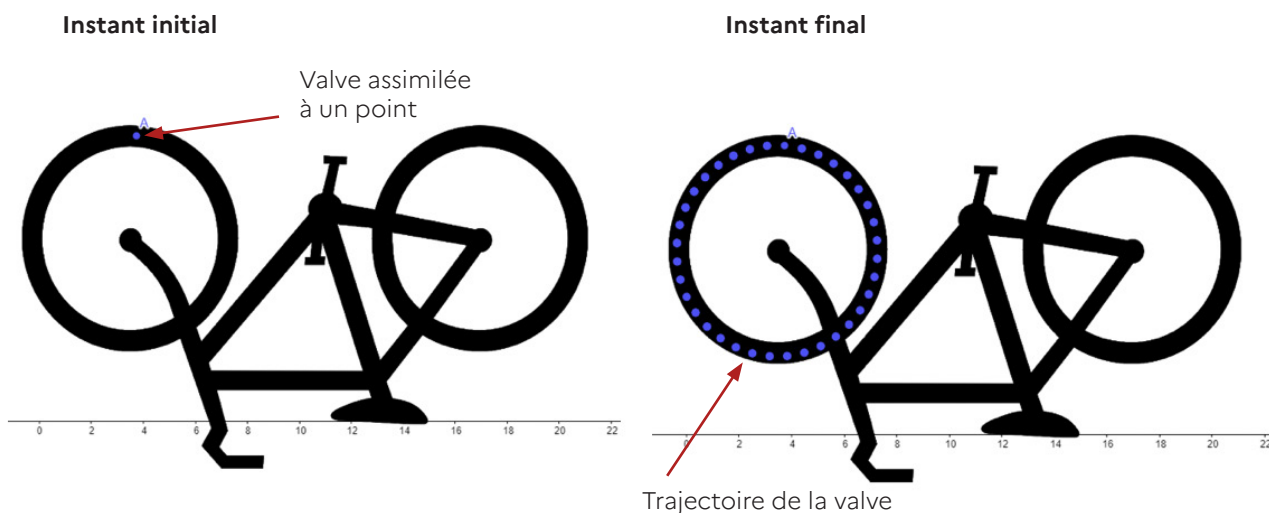


Figure 15 - Observation du déplacement par rapport au sol de la valve assimilée à un point situé à la périphérie de la roue, lorsqu'on fait tourner librement la roue, le vélo étant renversé

On parle de trajectoire circulaire, car la trace formée par le déplacement de la valve est un cercle.

Voir l'animation géogebra « [trajectoire circulaire](#) ».

Remarque : pour obtenir la trajectoire circulaire, on a retourné le vélo pour tenir compte de la roue seule. En effet, si l'on s'intéresse à la trajectoire de la valve lorsque le vélo roule sur le sol, elle n'est pas circulaire.

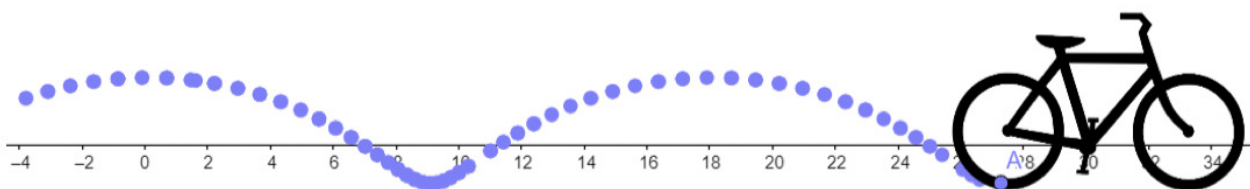


Figure 16 - trajectoire de la valve lorsque le vélo roule sur le sol

Voir l'animation geogebra « [trajectoire valve](#) ».

Point de vigilance

Afin de s'assurer de la compréhension des élèves, on peut expliciter le vocabulaire spécifique par les formulations suivantes :

- l'objet est en mouvement → l'objet bouge
- représenter la trajectoire de l'objet → dessiner la trace que laisse l'objet lorsqu'il bouge.
- la trajectoire est-elle rectiligne ? → la trace laissée par l'objet peut-elle être tracée au moyen d'une règle ?
- la trajectoire est-elle circulaire ? → la trace laissée par l'objet peut-elle être tracée au moyen d'un compas ?



Connaissances nécessaires pour quantifier un mouvement

- **Distance** : longueur parcourue par un objet (point, solide, système) en mouvement entre son point de départ et son point d'arrivée. L'unité de mesure peut être, par exemple, le mètre, le centimètre ou encore le kilomètre.
- **Durée** : intervalle de temps qui s'écoule entre le début et la fin du mouvement. L'unité de mesure peut être, par exemple, la seconde, l'heure ou encore la minute.
- **Vitesse** : la vitesse s'obtient par la division de la distance parcourue entre deux points par la durée de parcours entre ces deux points :

$$v = d \div t$$

Si la distance d est exprimée en mètres, et la durée t en secondes, alors la vitesse v est exprimée en mètres par seconde. De même, lorsque la distance est exprimée en kilomètres et la durée en heures, la vitesse obtenue est exprimée en kilomètres par heure.

Remarque : dans le langage courant, il est souvent employé l'expression « km. heure » ce qui scientifiquement est incorrect. En effet, la vitesse n'étant pas le **produit** de la longueur par la durée, mais la **division** de la longueur par celle-ci, la formulation correcte est **km par heure**.

Par ce calcul, on peut obtenir deux types de vitesse : la vitesse moyenne et la vitesse instantanée.

- La vitesse moyenne de l'objet sur un parcours s'obtient en divisant la distance de l'ensemble du trajet par la durée totale du parcours, mais elle ne permet pas de savoir si cette vitesse a fluctué au cours de cette durée.
Par exemple, un vélo parcourant un trajet de 10 km sur une durée de 30 min, aura une vitesse moyenne de $v = d \div t = 10 \div 0,5 = 20$ km/h.
- En revanche, une vitesse instantanée peut être mesurée par un capteur de vitesse installé sur le vélo ou déterminée par calcul. Pour cela, il faut considérer deux instants très proches et diviser la longueur parcourue entre ces deux instants par la durée de parcours de cette longueur.

Considérons le cas d'un vélo équipé d'un capteur de vitesse constitué d'un élément fixé sur le rayon d'une roue et d'un autre élément fixé sur la fourche de la roue. Le capteur détermine la durée pendant laquelle la roue effectue un tour complet (durée au bout de laquelle les deux éléments du capteur, initialement face à face, se retrouvent à nouveau face à face pour la première fois).

Admettons que cette durée soit égale à une seconde. Lorsque les deux roues font un tour complet, le vélo a avancé d'une distance égale à la circonférence d'une roue, soit 4,1 m (pour des roues standard de 26 pouces). Le capteur indique alors une vitesse instantanée de $v = d \div t = 4,1 \div 1 = 4,1$ m/s = 14,8 km/h.

Nombreuses sont les activités que l'on peut mener avec les élèves pour lesquelles ils ont à tracer les trajectoires (course d'escargot, de petits véhicules ou du robot chenille par exemple).

Lors d'une mise en œuvre avec les élèves, la distance parcourue par l'objet peut être mesurée en centimètres et convertie éventuellement en mètres.

En raison des changements de direction du mobile étudié, la trajectoire est une ligne brisée et doit être découpée en segments rectilignes de longueurs mesurables.



La mesure du temps écoulé est réalisée au moyen d'appareils de mesure spécifiques (notamment le chronomètre) ; il convient d'en maîtriser l'usage. Cette activité peut se faire en lien avec l'EPS.

Connaissances spécifiques pour prendre du recul

Le mouvement que perçoit un observateur d'un point déterminé, et dont il rend compte par la trajectoire de ce point, n'est pas **absolu**, mais **relatif**. En effet, la façon dont l'observateur perçoit le mouvement d'un objet dépend de la manière dont il se déplace lui-même par rapport à l'objet étudié. Pour mieux comprendre l'influence de la position d'observation du mouvement, on envisage la situation usuelle du mouvement d'un train. En fonction de la position de l'observateur, le mouvement observé n'est pas le même. Si un passager assis à l'intérieur du train en mouvement observe que le quai se déplace alors qu'une autre personne attendant sur le quai observe plutôt que le train se déplace, ces deux observateurs sont d'accord pour dire que le train est en mouvement par rapport au quai, et réciproquement.

Des définitions spécifiques pour approfondir

- **Rotation** : Un système est en rotation si tous les points ont une trajectoire circulaire autour d'un même axe. Le mouvement de rotation d'un solide est l'un des deux mouvements fondamentaux des solides, avec le mouvement rectiligne.
- **Translation** : On parle également de translation, ou de mouvement de translation d'un solide lorsqu'à tout instant, le solide garde la même orientation dans l'espace. Ce mouvement n'est pas toujours **rectiligne**. Ainsi le mouvement d'une nacelle dans la grande roue d'une fête foraine est un mouvement de **translation circulaire** (la trajectoire d'un point de la nacelle, comme son centre, est circulaire, mais la nacelle reste toujours orientée verticalement, ce qui est heureusement préférable pour le confort des passagers éventuels!).

Lors de la construction d'un objet motorisé, le concepteur est souvent confronté à la difficulté d'adapter le mouvement du moteur utilisé au mouvement souhaité. Un moteur électrique produit en général un mouvement de rotation, comme c'est le cas pour le mouvement d'un moteur de ventilateur. La transformation du mouvement consiste à passer d'un mouvement de rotation à un mouvement de translation par le biais de dispositifs technologiques comme une bielle/manivelle, poulie/courroie, pignon/crémaillère...

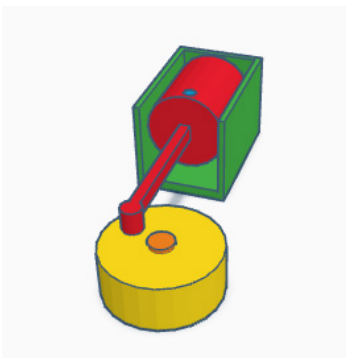


Figure 17 - bielle/manivelle

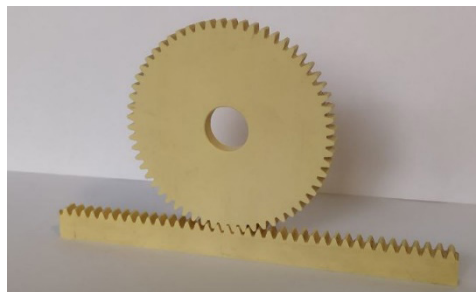


Figure 18 - pignon/crémaillère



Figure 19 - poulie/courroie

Des dispositifs technologiques spécifiques tels que des réducteurs à engrenages, roue et vis sans fin, courroie et roue de diamètres différents, permettent d'adapter la vitesse.



Note historique

L'histoire des lois de la mécanique est intimement liée à la découverte de l'organisation du système solaire.

Depuis l'Antiquité, la représentation du système solaire est dominée par la théorie géocentrique. Cette théorie considère que la terre est au centre de l'univers. Le premier détracteur de cette théorie est Nicolas Copernic. Ses observations astronomiques rendent difficile la validation du modèle géocentrique. Pour simplifier ses calculs et ses observations, il décide de placer le Soleil au centre de l'univers. Il propose une nouvelle théorie : l'héliocentrisme. En 1530, Nicolas Copernic publie son hypothèse d'un système héliocentrique dans son livre, *Des révolutions des sphères célestes (De Revolutionibus Orbium Coelestium)*. Son ouvrage circule dans de nombreux pays un peu avant sa mort en 1543.

En Italie, une nouvelle invention de Giambattista della Porta impressionne Galilée : la lunette astronomique. En 1606, après avoir perfectionné sa lunette astronomique, celui-ci l'utilise pour faire des mesures astronomiques et affiner ses observations qui lui permettront entre autres de découvrir la nature de la Voie lactée ou les lunes de Jupiter. Ses observations le conduisent à invalider la théorie géocentrique et à opter pour le modèle héliocentrique. En 1610, il publie *Sidereus nuncius* et décrit comment ces observations étonnantes peuvent être comprises dans un système non pas géocentrique, mais héliocentrique. Sa célébrité permet de faire connaître cette nouvelle vision du monde, mais également de s'attirer de nombreux adversaires, dont l'église papale. En 1633, il est condamné à l'exil et doit se rétracter par une abjuration et en récusant ses théories.

La théorie héliocentrique est cependant peu à peu, de plus en plus adoptée par le monde scientifique. Issac Newton est convaincu par ce modèle. Il est l'auteur des lois fondamentales de la dynamique qu'il publie dans son ouvrage, *Philosophiae naturalis principia mathematica* en 1687. Les lois de Newton sont toujours utilisées à ce jour.

Il faut attendre l'expérience du pendule de Foucault, suspendu à la voûte du Panthéon à Paris, pour mettre en évidence, en 1851, la rotation de la Terre autour de l'axe des pôles.

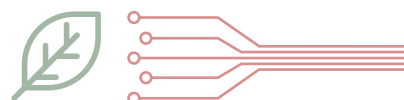


Figure 20 - Systèmes de transformation de mouvement

Préconceptions, obstacles didactiques

En cycles 1 et 2 en particulier, il convient de familiariser l'élève avec un vocabulaire spécifique qui constitue une étape vers l'acquisition de termes plus précis à adopter :

- lors d'une séquence d'EPS, travailler le vocabulaire lié à la vitesse : accélérer, ralentir ;
- lors d'une séquence de géométrie, travailler le vocabulaire qui peut caractériser une trajectoire : tout droit, en ligne droite, courbe, sur un cercle.



Repères de progressivité

Cycle 2 : apprentissages fondamentaux

Se situer dans l'espace et dans le temps

- Utiliser et reproduire des représentations de l'espace.
- Situer des objets ou des personnes les uns par rapport aux autres ou par rapport à d'autres repères.
- Comparer, estimer, mesurer des durées.
- Relations entre l'espace dans lequel on se déplace et ses représentations.

Cycle 3 : consolidation

Observer et décrire différents types de mouvements

- Décrire un mouvement et identifier les différences entre mouvements circulaires ou rectilignes.
- Élaborer et mettre en œuvre un protocole pour appréhender la notion de mouvement et de mesure de la valeur de la vitesse (travailler son unité) d'un objet; observation et caractérisation de mouvements variés. Aborder le rôle de la position de l'observateur (relativité du mouvement).

Consolidation en 6^e

- Mouvement dont la valeur de la vitesse (module) est constante ou variable (accélération, décélération) dans un mouvement rectiligne.
- L'énergie (ici cinétique : associée à un objet en mouvement) peut être qualitativement reliée à la masse et à la vitesse de l'objet; un échange d'énergie est constaté lors d'une augmentation ou d'une diminution de vitesse (les concepts de force et d'inertie sont réservés au cycle 4).
- Associer l'état physique de l'eau à une température donnée, à pression atmosphérique.
- Caractériser un système matériel par sa masse, sa température, son volume.

Cycle 4 : approfondissement

Les notions antérieures permettent de poursuivre la caractérisation du mouvement, avec cette fois des notions de dynamique, à savoir être en mesure de « modéliser une action exercée sur un objet par une force caractérisée par une direction, un sens et une valeur ».

- Mouvements uniformes et mouvements dont la vitesse varie au cours du temps en direction ou en valeur.
- Relativité du mouvement dans des cas simples.
- Élaborer et mettre en œuvre un protocole pour appréhender la notion de mouvement et de mesure de la valeur de la vitesse (travailler son unité) d'un objet; observation et caractérisation de mouvements variés. Aborder le rôle de la position de l'observateur (relativité du mouvement).
- Identifier les actions mises en jeu et les modéliser par des forces.
- Énergie cinétique, énergie potentielle de pesanteur.



Exemple n° 3 de mise en œuvre : opération escargots, un programme de sciences participatives au service de la biodiversité

Cycle

Cycle 3.

Niveaux

CM1-CM2-6^e.

Références au programme

Le vivant, sa diversité et les fonctions qui le caractérisent.

Les êtres vivants dans leur environnement.

Attendus de fin cycle

Mettre en évidence l'interdépendance des différents êtres vivants dans un réseau trophique.

Identifier des enjeux liés à l'environnement.

Connaissances et compétences associées

Mettre en évidence l'interdépendance des différents êtres vivants dans un réseau trophique.

Découvrir que tout être vivant produit sa matière à partir de celle qu'il prélève.

Identifier des enjeux liés à l'environnement.

Répartition des êtres vivants et peuplement des milieux.

Décrire un milieu de vie dans ses diverses composantes :

- Notion d'écosystème.
- Interactions des organismes vivants entre eux et avec leur environnement.
- Relier le peuplement d'un milieu et les conditions de vie.
- Modification du peuplement en fonction des conditions physico-chimiques du milieu et des saisons.
- Conséquences de la modification d'un facteur physique ou biologique sur l'écosystème.
- La biodiversité, un réseau dynamique.

Identifier la nature des interactions entre les êtres vivants et leur importance dans le peuplement des milieux.

Identifier quelques impacts humains dans un environnement (comportements, aménagements, impacts de certaines technologies).

Aménagements de l'espace par les humains et contraintes naturelles ; impacts technologiques positifs et négatifs sur l'environnement.

Organisation et gestion de données (programme de mathématiques)

L'ensemble des activités de traitement de données permet de mobiliser les compétences d'organisation et de gestion de données figurant au programme de mathématiques :

- Prélever des données numériques à partir de supports variés.
- Produire des tableaux, diagrammes et graphiques organisant des données numériques.
- Exploiter et communiquer des résultats de mesures.
- Lire ou construire des représentations de données :
 - tableaux (en deux ou plusieurs colonnes, à double entrée) ;
 - diagrammes en bâtons, circulaires ou semi-circulaires ;
 - graphiques cartésiens.
- Organiser des données issues d'autres enseignements (sciences et technologie, histoire et géographie, éducation physique et sportive, etc.) en vue de les traiter.



Intentions pédagogiques/Enjeux

Les enfants développent des relations à la nature dès leur naissance et les enrichissent par le biais d'expériences personnelles avec leurs pairs, les membres de leur famille et leurs professeurs. Ainsi les premières années d'éducation sont importantes et ont une influence sur la construction des conceptions de la nature. Pour Robert Pyle²⁰, ces expériences de nature, chez les jeunes comme chez les adultes, sont de plus en plus rares, il parle d'ailleurs « d'extinction de l'expérience ». Les chercheurs travaillant sur cette question proposent plusieurs explications à cette situation : nous avons, par exemple, de moins en moins l'occasion d'en vivre (il y a, par exemple, peu de nature en ville) et privilégions les expériences virtuelles. La diminution du nombre d'occasions d'avoir des relations avec des espaces de nature impacte la manière dont nous construisons nos cadres de références. Ceci peut avoir de profondes conséquences : comment se mobiliser face à une biodiversité menacée quand la nature est perçue comme de moins en moins importante de génération en génération ?

Porté par le Muséum national d'histoire naturelle, Vigie-Nature École, déclinaison pour les écoles et les établissements scolaires du programme de sciences participatives Vigie-Nature, vise notamment à offrir une solution à ce constat. Ce dispositif propose des protocoles d'observation permettant aux élèves de découvrir, tout autour d'eux, une biodiversité souvent insoupçonnée. En réalisant des observations, ils comprennent alors l'importance de leurs actes quotidiens et le rôle qu'ils peuvent jouer dans la préservation de la biodiversité. Les questions soulevées lors de la participation à Vigie-Nature École illustrent les menaces qui pèsent aujourd'hui sur la nature. Enfin, les protocoles proposés permettent aux élèves de récolter des données qu'ils envoient ensuite aux chercheurs via un site web dédié, ce qui alimente les bases de données de recherche sur la biodiversité nationale.

La séquence proposée dans cette fiche offre l'occasion de sortir avec les élèves pour leur faire découvrir la diversité des espèces qui vivent dans leur environnement proche. Cette première approche concrète de la biodiversité les amène à prendre conscience des enjeux liés à son érosion et à réfléchir aux actions qui peuvent être prises pour la préserver.

De plus, comme le protocole de l'« opération Escargots » a été élaboré par des chercheurs du Muséum national d'histoire naturelle, les élèves pratiquent une démarche scientifique authentique et contribuent directement à la recherche scientifique sur la biodiversité. À cette source de motivation s'en ajoute une autre : le projet prévoit que des restitutions soient proposées aux professeurs afin, par exemple, de comparer les observations des élèves à celles réalisées dans d'autres écoles.

20. Robert Michael Pyle, « Thunder Tree », éditions le bord de l'eau, 1993



Description de la séquence - Scénario pédagogique

Objectifs

Identifier les interactions des êtres vivants au sein de l'école entre eux et avec leur milieu.

Compétences visées

- pratiquer des démarches scientifiques ;
- s'approprier des outils et des méthodes ;
- adopter un comportement éthique et responsable ;
- se repérer dans l'espace et le représenter.

Intitulé des séances

Séance n° 1 - les escargots, un groupe biologique méconnu (séance qu'il est possible de scinder en deux selon le temps dont on dispose)

Séance n° 2 - réalisation du protocole « Opération Escargots » (séance qu'il est possible de scinder en deux selon le temps dont on dispose)

Séance n° 3 - conclure sur les résultats

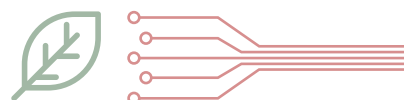
Séance n° 4 - agir pour favoriser la présence d'escargots et de limaces dans un milieu

Déroulement de la séance 1 : les escargots, un groupe biologique méconnu

Durant cette séance l'objectif est de faire comprendre aux élèves que la recherche scientifique s'appuie sur des données, des observations qui sont collectées par les spécialistes que sont les chercheurs, mais que des dispositifs de sciences participatives permettent au grand public et en particulier aux classes d'apporter une contribution à cette collecte. Benoit Fontaine, malacologue au Muséum national d'histoire naturelle, a répondu à des questions pour amener les élèves à observer les escargots. Il s'agit de faire émerger des questions sur ce qui explique la présence ou l'absence des escargots, et notamment de faire le lien avec la diversité des plantes présentes dans l'établissement.

À l'issue de cette séance, il convient ici de proposer aux élèves un protocole formalisé à partir des indications fournies par le livret de l'opération Escargots. Des planches de bois sont mises en place dans un milieu sans végétation et dans un milieu où la végétation est plus présente et si possible diverse, de manière à pouvoir, lors de la séance suivante, recueillir et observer les populations animales présentes. Pour pouvoir assurer le suivi de la population d'escargots et de limaces, il s'agit de placer une planche de bois pendant au moins un mois puis d'observer les escargots et limaces qui se sont abrités sous cette planche par un jour de beau temps.

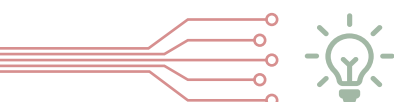
La réalisation de l'expérience peut donner lieu à une sortie dans la cour de l'établissement pour faire une évaluation de la diversité végétale des zones, si les élèves n'ont pas une idée claire de celle-ci. C'est aussi une occasion de travailler sur un plan de l'école ou une photo en vue aérienne, de réinvestir le repérage dans l'espace ainsi que les notions d'échelle.



Matériel et ressources pour mener la séance

- interview de Benoit Fontaine, malacologue au Muséum national d'histoire naturelle disponible en annexe à cette séance ;
- livret de participation de [l'Opération Escargots](#) ;
- 6 planches en bois brut non traité (idéalement éviter du pin). Chaque côté de la planche doit mesurer entre 30 cm et 50 cm (par exemple, la planche peut être un carré de 40 cm sur 40 cm), avec une épaisseur de 1,5 cm au minimum.

| Étapes de la séance | Rôle du professeur | Activités des élèves | Modalités |
|--|--|--|----------------------------------|
| Étape 1 : situation d'accroche (à adapter selon les caractéristiques de l'école) | Pour cette situation d'accroche, on peut commencer par présenter des photos ou organiser une sortie de terrain. | Les élèves observent des escargots dans une zone végétalisée de l'établissement, mais pas ou très peu dans une zone très minéralisée. | En groupe. |
| Étape 2 : problématique | Interroger les élèves pour faire émerger une problématique du type : qu'est-ce qui peut expliquer la présence et l'absence d'escargots dans la cour d'école ? Le professeur note les hypothèses des élèves. La diversité de celles-ci permet de faire émerger l'idée que pour répondre à cette question, il peut être pertinent de demander l'avis d'un spécialiste. | Les élèves émettent des hypothèses. | Discussion collective. |
| Étape 3 : lecture de l'interview du scientifique | Le professeur s'assure de la compréhension des élèves en explicitant les notions et mots-clés. | Les élèves lisent l'interview. Ils doivent retenir qu'il existe un protocole pour étudier les escargots et que les escargots ne seront pas les mêmes en fonction de l'environnement immédiat (présence de végétaux et diversité de ceux-ci). | Travail individuel ou en binôme. |



| Étapes de la séance | Rôle du professeur | Activités des élèves | Modalités |
|---|--|---|--|
| <p>Étape 4 : découverte du protocole</p> | <p>Le professeur propose aux élèves un protocole adapté et élaboré par des scientifiques. C'est l'occasion de faire réfléchir les élèves sur l'importance et la nécessité de respecter un protocole, d'autant plus lors d'une expérience s'inscrivant dans le cadre de sciences participatives. Le professeur doit rendre explicite aux élèves que la standardisation induite par un protocole permet aux scientifiques de comparer les observations réalisées à deux endroits différents et par des expérimentateurs différents : la surface de la planche et la méthode d'observation sont ainsi les mêmes partout et pour tous. Le professeur organise les échanges et débats permettant de vérifier que chacun a bien compris les enjeux d'un protocole commun et de son respect dans la conduite de l'expérience.</p> | <p>Les élèves lisent le protocole et se l'approprient en échangeant collectivement.</p> <p>Ils le transcrivent individuellement dans le cahier de sciences et technologie. Ils copient le protocole et réalisent des dessins ou schémas permettant de faire émerger la compréhension des points importants de ce protocole.</p> | <p>Lecture individuelle.</p> <p>Travail d'appropriation collective.</p> <p>Retranscription individuelle.</p> |



| Étapes de la séance | Rôle du professeur | Activités des élèves | Modalités |
|---|---|--|---|
| <p>Étape 5 : réflexion sur le lieu d'installation des planches (on peut aborder cette partie dans une séance supplémentaire)</p> | <p>Le professeur doit amener les élèves comprendre la nécessité de poser des planches dans des zones différentes (typiquement une zone bétonnée et une zone plus naturelle). Enfin, il explique aux élèves qu'il est important d'installer plusieurs planches dans chaque milieu. Cela permet d'avoir une vision d'ensemble de la diversité des escargots sur cette zone et de commencer à faire le lien avec la diversité végétale. Si possible, on choisira des emplacements où les planches ne seront pas accessibles aux élèves pour éviter qu'elles ne soient déplacées. Il s'agit d'un point sur les bonnes conditions de conduite de l'expérience qui devra être abordé explicitement. C'est une occasion d'évoquer le respect d'autrui et la communication au sein de l'école sur l'expérience en cours (message aux autres classes, écrit ou oral, par des élèves ambassadeurs).</p> | <p>Les élèves réfléchissent aux lieux où placer les planches pour répondre à la problématique. Une trace écrite de la réflexion reprenant l'ensemble des points abordés est construite individuellement puis collectivement pour figurer dans le cahier de sciences et technologie.</p> | <p>En binôme (ou en groupe plus large).</p> |

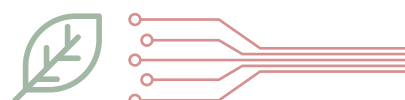


| Étapes de la séance | Rôle du professeur | Activités des élèves | Modalités |
|---|--|--|------------|
| Étape 6 : installation des planches | <p>Le professeur guide la concertation permettant à l'ensemble de la classe de positionner collectivement les planches sur le plan de l'école pour une installation aux endroits choisis.</p> <p>Le professeur organise le retour d'expérience des élèves pour un bilan collectif en classe de l'installation réalisée. Une trace écrite élaborée collectivement dans le cahier de sciences et technologie permet de lister les lieux, les repères et noms des planches, ainsi que la date d'installation.</p> | <p>Les élèves échangent sur le positionnement possible des planches sur le plan. Avec l'appui du plan, ils procèdent ensuite à l'installation. Comme indiqué dans le protocole, les élèves veillent à surélever un côté de la planche avec un caillou ou un bout de bois pour que les espèces les plus grosses puissent elles aussi s'y glisser pour s'abriter.</p> <p>Les élèves préparent et collent sur ces planches une affiche indiquant qu'il ne faut pas les déplacer.</p> <p>Enfin, ils donnent un nom ou un repère à chaque planche pour faciliter l'envoi des observations aux chercheurs.</p> | Collectif. |

Pourquoi étudier les escargots et les limaces ?

Les escargots et les limaces sont des mollusques en général herbivores, mais certaines espèces consomment aussi de la matière organique en décomposition. Ils sont eux-mêmes mangés par de nombreux animaux (insectes, hérissons, musaraignes, oiseaux...) et sont donc très importants pour toutes ces espèces. Ils participent ainsi au fonctionnement de l'écosystème.

Enfin ce sont des espèces qui se déplacent très peu et vont pouvoir servir de bio-indicateurs, c'est-à-dire nous informer sur l'état du milieu dans lequel ils vivent. Par exemple, un milieu où il y a beaucoup de pesticides sera plus pauvre en escargots et en limaces.



Document annexe à la séance 1 : interview de Benoit Fontaine, malacologue au Muséum national d'histoire naturelle

Bonjour Benoit Fontaine, merci d'accepter de répondre à nos questions. Vous êtes spécialiste des escargots et des limaces au Muséum national d'Histoire naturelle à Paris.

Pourquoi vous intéressez-vous à ces espèces ?

Il faut savoir que les escargots sont fascinants ! On en trouve presque partout sur Terre même dans des déserts ! Il y a en plus un très grand nombre d'espèces, au moins 300 en France !

Chaque espèce d'escargots a en plus des besoins assez différents...

300 espèces d'escargots ! Mais je n'en ai jamais vu autant dans mon jardin...

Alors ça, c'est probablement normal ! La plupart des escargots sont très petits (moins de 5 mm à l'âge adulte) et donc difficiles à observer. Beaucoup d'escargots aiment, en outre, se cacher dans le sol ou sous les plantes. Mais ce n'est pas la seule raison, en ville il y a souvent beaucoup moins d'espèces d'escargots...

Ah bon... pourquoi ?

Les escargots ne supportent pas les produits chimiques que l'on peut utiliser dans les jardins... En plus de cela, en ville, il y a souvent moins de plantes sauvages et zones naturelles où les escargots trouvent habituellement de quoi manger et s'abriter.

Et les élèves peuvent-ils étudier aussi les escargots ?

Oui et vous en pouvez en même temps m'aider ! Tout seul, je n'ai pas le temps d'aller dans toutes les villes et dans toutes les écoles pour étudier les escargots. En participant à Vigie-Nature École, vous pourrez me dire ceux que vous avez vus. Avec toutes vos observations, nous pourrons savoir où ils vivent et comprendre comment les préserver !

Vous avez un conseil à nous donner ?

Il n'y aura pas les mêmes escargots selon la quantité et le type de plantes présentes. Pour en voir un maximum et mieux les connaître, je vous conseille d'observer les escargots dans des milieux différents (pelouse, haie) de votre école.

Déroulement de la séance 2 : réalisation du protocole « opération Escargots »

Cette séance permet de présenter aux élèves la démarche scientifique et de la mettre en œuvre dans un cadre d'observation de la biodiversité.

Après un rappel de la séance précédente, on prépare les élèves aux observations de terrain en leur proposant de s'entraîner à reconnaître les escargots. Pour cela, on utilise des coquilles vides et/ou les quiz disponibles sur le site [Vigie-Nature École](#) ainsi que les outils de détermination qui se trouvent dans [le livret de participation de l'Opération Escargots](#). Après cette préparation dans la salle de classe, les élèves sont invités à sortir pour procéder à l'opération de collecte des données qui seront exploitées lors de la troisième séance.

Matériel et ressources pour mener la séance

- coquilles d'escargots vides et variées ;
- [livret de participation de l'opération Escargots](#) contenant des documents pour la détermination des escargots ;
- description en ligne de la zone d'observation ;
- des feuilles de terrain pour récupérer les données ;
- des loupes (facultatives) ;
- appareil photo (ou téléphone mobile multifonction).

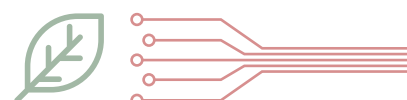


Informations importantes

Afin de réaliser cette séance, il faut impérativement avoir placé les planches de bois brut (voir séance 1).

Demander aux élèves d'apporter quelques coquilles d'escargot vides avant cette séance.

| Étapes de la séance | Rôle du professeur | Activités des élèves | Modalités |
|---|---|--|---|
| Étape 1 : rappel du protocole, du principe des sciences participatives et de la problématique | <p>Le professeur réactive les connaissances des élèves en les invitant à se remémorer les étapes clés du protocole et les choix qui ont été faits lors de la séance précédente.</p> <p>Il fait reformuler la question délimitant la problématique.</p> | <p>Les élèves rappellent les questions qu'ils se sont posées : « Où trouve-t-on le plus d'escargots ? Pourquoi ? » Ils peuvent enrichir la problématique de nouvelles questions.</p> | Discussion collective. |
| Étape 2 : entraînement à la reconnaissance des escargots | <p>Le professeur fournit des outils d'identification qu'il a conçus à partir du livret de participation (deux outils sont proposés : une planche où les coquilles d'escargots sont présentées en taille réelle et une clé de détermination qui permet par une succession de questions d'arriver à un nom d'espèce).</p> <p>Il en explique le mode d'utilisation, après avoir le cas échéant recueilli les propositions des élèves.</p> <p>Il organise une mise en pratique sur les exemples concrets (avec les coquilles rapportées par les élèves et/ou des photographies issues du site de Vigie-Nature École).</p> <p>Le professeur aura pris soin d'aller regarder sous les planches avant la séance pour avoir une idée des espèces présentes, afin d'orienter la séance de préparation et de se préparer à la suivante.</p> | <p>Les élèves sont mobilisés dans la compréhension active des outils fournis.</p> <p>Les élèves s'approprient les outils d'identification en s'entraînant à reconnaître les escargots à partir des coquilles ou des photographies de coquilles fournies à titre d'exemples.</p> <p>Ils proposent une méthode de reconnaissance et de classification.</p> | Travail en classe entière puis en groupe pour l'identification. |



| Étapes de la séance | Rôle du professeur | Activités des élèves | Modalités |
|---|--|--|--|
| <p>Étape 3 : réalisation du protocole (on pourra aborder cette partie dans une seconde séance)</p> | <p>Sur le terrain, le professeur accompagne les élèves pour l'identification et le dénombrement des escargots et limaces présents (prévoir une dizaine de minutes).</p> <p>Il propose aux élèves de faire des photographies de la planche et des différentes espèces observées.</p> <p>Il organise plusieurs relevés d'une même planche pour comparaison, ce qui permet d'introduire la notion de vérification d'une mesure.</p> | <p>Les élèves identifient les escargots et notent le nombre d'individus de chaque espèce présents pour chaque planche.</p> <p>Ils notent aussi les informations sur la zone d'observation qui sont nécessaires à la description de celle-ci (végétalisation). Les élèves indiquent les résultats de leurs propres observations sur leur cahier de sciences et technologie.</p> | <p>Travail en groupe. Selon l'effectif et le nombre de planches.</p> |
| <p>Étape 4 : rassemblement et mise en commun des données</p> <p>Le jour même, ou lors d'une autre séance</p> | <p>Le professeur organise la gestion des données collectées. Celle-ci se fait en classe entière, chaque groupe remplissant les cases d'un tableau correspondant à ses dénombrements sur chaque planche.</p> <p>Le tableau est affiché et rempli à la main ou vidéoprojeté et rempli sous format numérique.</p> <p>La saisie des données dans un fichier en ligne nécessite en amont une préparation des élèves au remplissage du tableau. Celui-ci peut être soit élaboré et saisi en ligne avec les élèves lors d'une séance particulière, soit fourni par le professeur.</p> | <p>Chaque groupe entre ses données dans le tableau collectif.</p> <p>Le tableau général final peut être imprimé et collé dans le cahier de sciences et technologie de manière à permettre à chacun de procéder, lors de la séance suivante, à quelques calculs sur ces données mutualisées.</p> | <p>Travail en groupe et en classe entière.</p> |

Déroulement de la séance 3 : exploiter les résultats

L'objectif de cette séance est de terminer la séquence par une mise en forme des observations et relevés. Cette étape est cruciale pour la compréhension des enjeux liés aux données et aux démarches des scientifiques. C'est l'occasion de rappeler que les données ne peuvent être comparées que si elles ont été récoltées dans les mêmes conditions.

Cette réflexion permet de comprendre la nécessité de synthétiser l'information : il s'agit de réduire le nombre de valeurs en passant du nombre d'individus vus pour chaque espèce et sous chaque planche au nombre d'espèces pour chaque type de milieu. Travailler à partir de données que les élèves ont eux-mêmes récoltées leur permet de mieux comprendre comment sont produites les statistiques et comment réaliser des graphiques simples.



L'objectif est ensuite d'utiliser ces résultats pour faire un état des lieux de la biodiversité de l'établissement puis d'émettre des hypothèses pour l'expliquer tout en préparant la séance suivante.

Matériel et ressources pour mener la séance

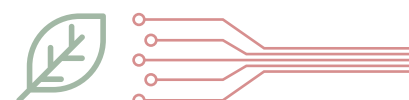
- ordinateur avec une connexion internet et un vidéoprojecteur ;
- tableau élaboré collectivement lors de la séance précédente ;
- plan de l'école annoté ;
- crayons de couleur (facultatif) ;
- des cubes en bois ou des briques de construction du type Lego ;
- graphique de positionnement pour les données « opération Escargots » disponibles en annexe de cette séance.

Informations importantes

Attention, il arrive dans de rares cas que les résultats soient contre-intuitifs. Il est possible qu'aucun mollusque ne soit présent dans la zone par exemple. Les données restent cependant intéressantes pour les chercheurs.

Si les résultats sont inattendus, c'est l'occasion de bien réfléchir aux hypothèses proposées pour expliquer la présence ou l'absence des escargots et des limaces et de proposer de nouvelles hypothèses liées aux conditions locales de l'école.

| Étapes de la séance | Rôle du professeur | Activités des élèves | Modalités |
|---|---|---|------------|
| Étape 1 : rappel des données observées par les élèves | Le professeur demande aux élèves dans quel milieu ils ont vu le plus d'escargots et de limaces et leur demande de reformuler la problématique de la séquence. | Les élèves s'appuient sur les données issues des deux milieux observés (c'est-à-dire les données de deux planches, notées dans le cahier de sciences et technologie) pour déterminer le milieu le plus favorable à la présence d'individus. | Collectif. |



| Étapes de la séance | Rôle du professeur | Activités des élèves | Modalités |
|---|--|--|---|
| <p>Étape 2 : comparaison des résultats issus de différents milieux d'observation</p> | <p>Le professeur fournit aux élèves les plans de l'école et des pièces de jeux de construction (cubes ou lego empilables) et présente oralement la consigne (cf. figure 20 et commentaires). Un exemple de traitement peut être présenté par le professeur seul ou avec un élève pour vérifier que la consigne est comprise.</p> <p>Cette réalisation en trois dimensions de diagrammes en bâtons (histogramme) est ensuite convertie en deux dimensions, avec en abscisse la caractéristique du lieu d'observation (en termes de végétalisation).</p> | <p>Sur le plan, les élèves représentent le nombre d'animaux de chaque espèce en empilant à l'endroit de l'observation, des pièces du jeu de construction.</p> <p>Les élèves mutualisent et s'accordent sur une conclusion commune concernant les différences d'abondance et de diversité selon la nature du lieu d'observation (végétalisation).</p> | <p>Travail en groupe et collectif pour la mise en commun.</p> |
| <p>Étape 3 : interprétation des résultats</p> | <p>Le professeur demande aux élèves de répondre à l'hypothèse suivante : les escargots et les limaces sont plus fréquents lorsqu'il y a de la végétation.</p> <p>Il organise les échanges pour aboutir à une synthèse commune.</p> | <p>La synthèse des constats et analyses est consignée dans le cahier de sciences et technologie.</p> <p>Les élèves peuvent proposer de formuler de nouvelles hypothèses. Ils peuvent, pour avoir des idées, utiliser les ressources du site Vigie-Nature École sur le mode de vie (nécessité d'avoir de la terre pour la ponte) et le régime alimentaire des escargots (présence de végétaux).</p> | <p>Restitution en classe entière.</p> |

Documents annexes à la séance 3

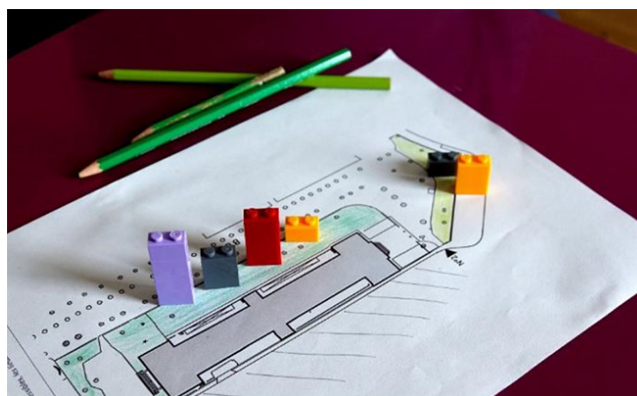


Figure 21 - Exemple de cartographie réalisée par des élèves



Une couleur représente une espèce, le nombre de blocs représente le nombre d'individus pour chaque espèce. Il est possible de représenter les différentes zones par des figurés de surface différents ou d'utiliser une carte satellite.

On peut réaliser le même type de cartographie pour faire figurer le nombre d'espèces présentes sur chaque lieu d'observation. On peut alors choisir un code couleur pour la caractéristique du lieu (taux de végétalisation).

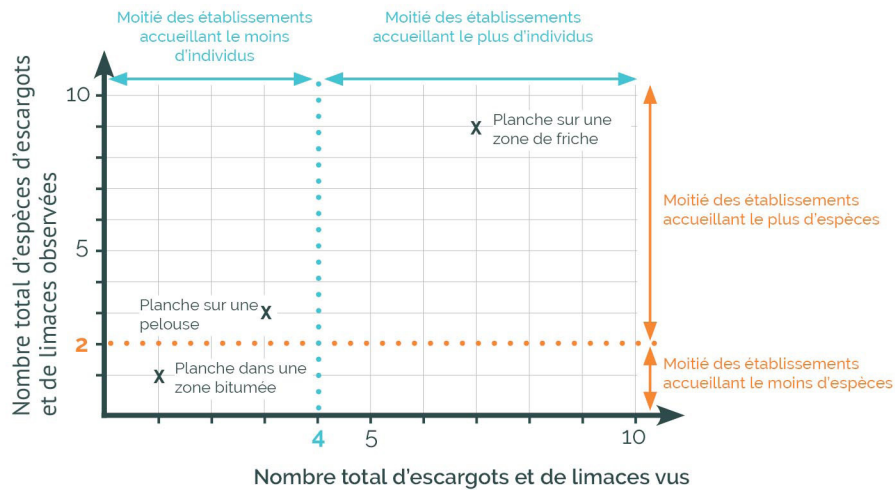


Figure 22 - Exemple de graphique de positionnement pour les données «Opération Escargot», vierge

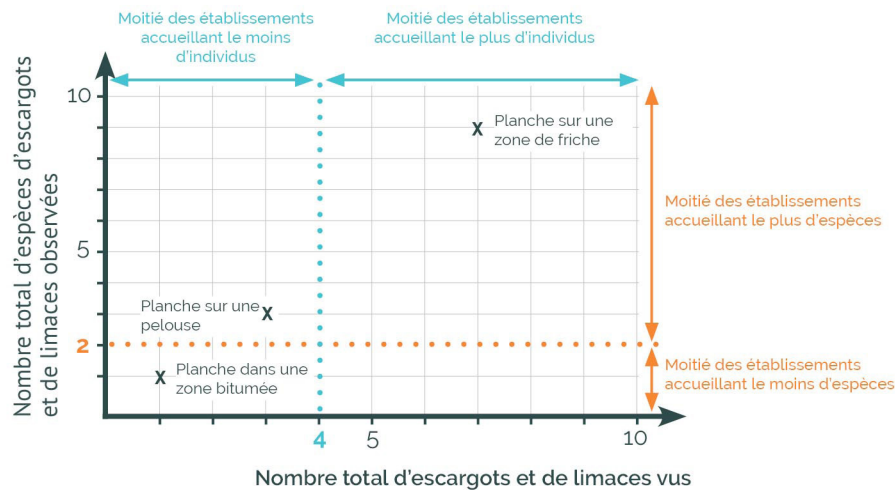
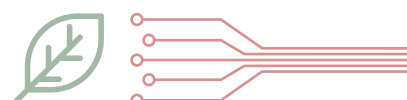


Figure 23 - Exemple de graphique de positionnement pour les données «Opération Escargot» complétées

Propositions d'hypothèses initiales et de résultats d'expériences pour la phase.



Déroulement de la séance 4 : agir pour favoriser la présence d'escargots et de limaces dans un milieu

Dans une cour d'école classique, la biodiversité des mollusques est généralement assez faible et l'on peut donc amener les élèves à réfléchir à quelles actions mettre en place pour améliorer la situation. Ce type d'activité peut être l'occasion d'aider les élèves à prendre conscience des enjeux écologiques, mais aussi de leur capacité à agir et à prendre des décisions éclairées, ce qui rentre directement dans le champ de l'éducation à la citoyenneté.

Cette séance s'appuie sur les constats établis lors de la séance précédente, concernant le lien entre le nombre de mollusques ou le nombre d'espèces et la végétalisation du milieu. Les escargots et les limaces sont des organismes importants qui participent au recyclage de la matière organique et font partie intégrante des réseaux alimentaires. On peut donc amener les élèves à réfléchir à la façon de favoriser leur présence. Pour cela, l'une des solutions peut être de leur fournir plus de nourriture et d'habitats pour s'abriter et se reproduire. En faisant des observations fréquentes et en reportant les données dans des tableaux ou sur des graphiques, les élèves détermineront si les escargots et les limaces sont plus nombreux ou plus diversifiés après la mise en place de ces actions.

Matériel et ressources pour mener la séance

- ordinateur avec une connexion internet et un vidéoprojecteur ;
- page internet du site Vigie-Nature École dédiée à la [mise en place d'actions pour favoriser la biodiversité](#) ;
- graphiques et tableaux utilisés dans les séances précédentes.

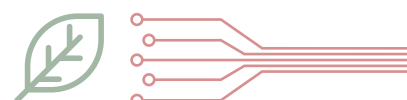
Informations importantes

Mener ce type d'activité est très formateur pour les élèves, ils découvrent notamment qu'ils peuvent agir sur la biodiversité. Pour autant, travailler sur le vivant nécessite parfois du temps pour une observation fructueuse.

C'est avant tout la mise en œuvre d'une démarche, le questionnement des élèves et la rigueur avec laquelle ils pratiqueront et traceront les relevés qui font l'intérêt formateur de ce type d'activité.



| Étapes de la séance | Rôle du professeur | Activités des élèves | Modalités |
|---|---|---|--|
| <p>Étape 1 : réfléchir aux actions pour favoriser la présence d'escargots et de limaces</p> | <p>Le professeur s'appuie sur l'analyse du graphique représentant le nombre d'espèces d'escargots en fonction de la diversité de la flore (en annexe) qui a permis de valider l'une des hypothèses.</p> <p>Il affiche les hypothèses validées par les expériences menées par les élèves. Cela permet un retour sur les explications possibles d'une présence plus grande d'escargots dans certains lieux.</p> <p>Si une connexion internet est disponible dans la classe, on pourra proposer aux élèves de s'inspirer des exemples proposés sur cette page de vigienatureecole.fr.</p> | <p>Après les échanges et débats, en classe entière ou en groupe, les élèves construisent collectivement une trace écrite et la recopient dans leur cahier de sciences et technologie.</p> <p>Les élèves imaginent des dispositifs qu'ils pourraient installer dans la cour pour y favoriser la présence des mollusques.</p> | <p>En classe entière, en groupe et en individuel.</p> |
| <p>Étape 2 : choix du lieu et du dispositif ; préparation de la mise en place et réalisation</p> | <p>Le professeur organise une discussion en classe entière sur le choix du dispositif et son lieu d'implantation.</p> <p>Il est conseillé de choisir un dispositif simple à mettre en place, typiquement un espace que l'on peut laisser en libre évolution (une friche).</p> <p>Le professeur coordonne la rédaction collective de la synthèse écrite</p> | <p>Les élèves préparent le protocole à mettre en place pour installer le dispositif. Dans l'idéal, il faut une zone peu fréquentée (et donc peu piétinée) et pas trop petite (viser au moins 10 m²).</p> <p>Il faut protéger la zone en la délimitant (avec des piquets et de la ficelle par exemple) et en plaçant des affiches pour expliquer l'expérience en cours et sa durée envisagée.</p> <p>La réalisation est ensuite faite par la classe ou un groupe d'élèves ambassadeurs ou par le professeur lui-même selon les possibilités d'organisation.</p> | <p>Échanges collectifs puis trace écrite, construite collectivement et reportée dans le cahier de sciences et technologie.</p> |



| Étapes de la séance | Rôle du professeur | Activités des élèves | Modalités |
|---|---|--|-----------------------|
| Étape 3 : documenter l'évolution de la biodiversité | <p>Dans les mois qui suivent, le professeur fixe aux élèves des temps d'inventaire réguliers pour vérifier si le nombre et la diversité des mollusques ont augmenté.</p> <p>Il veille à ce que les données soient inscrites dans un tableau affiché dans la classe et/ou dans un fichier numérique.</p> <p>Un bilan est réalisé avec toute la classe régulièrement puis un point final est décidé en temps voulu ; une conclusion générale datée est construite collectivement. Cette trace contient le tableau de données et les graphes, reprographiés par le professeur.</p> | <p>Les élèves, responsabilisés, réalisent les relevés par binôme, par exemple pendant des récréations, selon un planning de partage des tâches qui a été collégalement établi au début de l'expérience. Ils reportent les données dans un tableau unique, et sur des graphes.</p> <p>Ils recopient la synthèse des bilans puis de la conclusion finale de l'expérience dans leur cahier.</p> | Travail participatif. |

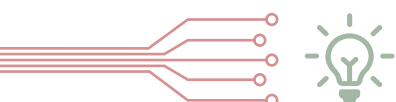
Quels sont les avantages prévisibles à l'installation d'une zone en libre évolution ?

Les plantes spontanées, grâce à leur diversité, sont une source de nourriture pour de nombreux animaux : les escargots, limaces et insectes y trouvent une nourriture abondante, les oiseaux viennent y consommer des graines et des fruits, mais aussi les escargots et limaces qui y vivent. Enfin, lorsqu'elles meurent, la décomposition de ces plantes enrichit les sols.

De nombreux êtres vivants peuvent s'y reproduire : des insectes pollinisateurs pondent leurs œufs sur les feuilles ou l'herbe, des escargots pondent dans l'humus (la couche supérieure du sol qui contient beaucoup de nutriments).

Cette végétation, plus dense qu'une pelouse coupée à ras, constitue un abri pour les êtres vivants : les feuilles les protègent de la pluie, du froid, du soleil ou de vents trop forts...

En outre, leurs racines retiennent le sol lors des fortes pluies et protègent ainsi de l'érosion ; elles permettent aussi à l'eau de mieux entrer dans le sol. En cas de forte chaleur, l'ombre des plantes limite l'évaporation et préserve donc l'humidité des sols.



Document annexe à la séance 4

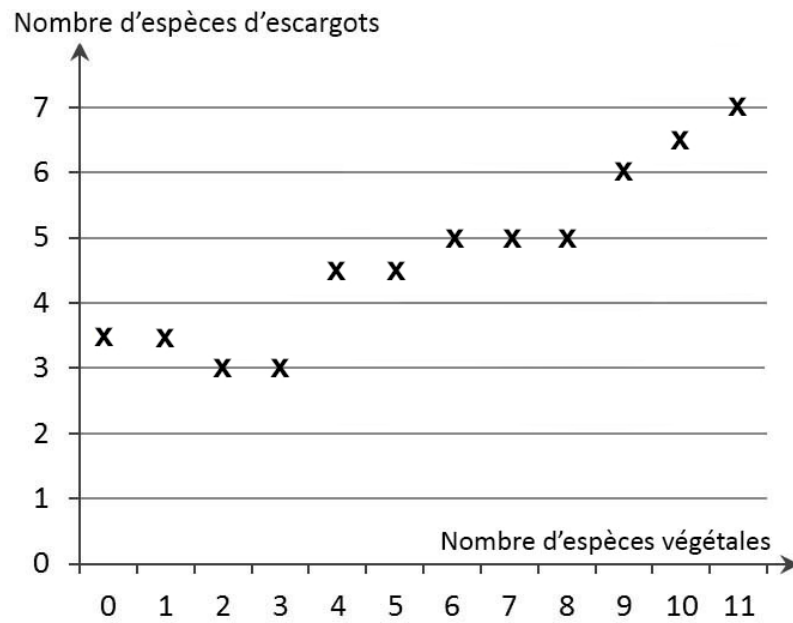
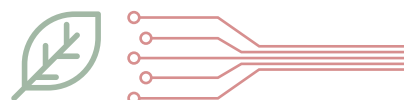


Figure 24 - Graphique représentant le nombre d'espèces d'escargots en fonction de la diversité de la flore



Repères associés à l'exemple n° 3

Sont proposées ici deux fiches qui présentent un ensemble de contenus scientifiques à destination des professeurs sur l'origine de la matière organique des êtres vivants et son devenir puis sur la biodiversité et son devenir.

Thème - Expliquer l'origine de la matière organique des êtres vivants et son devenir

Cycles

Cycles 2 et 3.

Niveaux

Tous les niveaux des cycles 2 et 3.

Références aux programmes

Le vivant, sa diversité et les fonctions qui le caractérisent.

Mettre en évidence l'interdépendance des différents êtres vivants dans un réseau trophique.

Attendus de fin cycle

Mettre en évidence la place et l'interdépendance de différents êtres vivants dans un réseau trophique.

Connaissances

Chaînes alimentaires et réseaux trophiques.

Production primaire et consommation.

Décomposition de la matière organique et recyclage.

Compétences

Repérer des manifestations de consommation ou de rejets des êtres vivants.

Mettre en évidence les besoins des végétaux en tant que producteurs primaires.

Distinguer différents régimes alimentaires.

Construire une chaîne alimentaire et un réseau trophique.

Mettre en évidence la décomposition de la matière organique.

Préconceptions, obstacles didactiques

Flèches des chaînes alimentaires

Les élèves ont spontanément envie de construire la chaîne alimentaire en mettant une flèche signifiant « mange ». La flèche entre les maillons d'une chaîne alimentaire va de la « proie » au « prédateur ». Sa signification « est mangé par » illustre ainsi la notion de transfert ou de circulation de la matière.

Ainsi, la chaîne alimentaire à deux maillons traduisant que « le lapin mange l'herbe » s'écrit : herbe -> lapin.

Les végétaux dans les chaînes alimentaires

Les élèves oublient souvent que les végétaux aussi se nourrissent. Ils ne pensent pas à inclure les végétaux dans les réseaux alimentaires et ont tendance à n'y faire apparaître que les animaux. Or, les végétaux sont les premiers maillons des chaînes alimentaires (en milieu éclairé).



L'importance du lexique

Les élèves pensent souvent qu'un animal carnivore (ou zoophage) ne se nourrit que de viande, excluant ainsi les piscivores. De la même façon, les élèves pensent aussi qu'un animal végétarien (ou phytophage) ne mange que des végétaux, en pensant uniquement aux plantes. Or, il peut consommer tout aliment d'origine végétale. Ainsi, un animal qui consomme uniquement des graines (ou granivore) est lui aussi végétarien.

Connaissances fondamentales et lexique associé

Production primaire et secondaire

Les êtres vivants sont des producteurs de matière : ils fabriquent leur propre matière, appelée organique, à partir d'autre matière prélevée dans leur milieu. Il est aisé de se rendre compte de cette fabrication de matière quand on voit un être vivant grandir ou grossir.

En particulier, les végétaux chlorophylliens (organismes comportant de la chlorophylle, un pigment indispensable à la photosynthèse) sont capables de synthétiser leur propre matière organique à partir d'eau, de sels minéraux, de dioxyde de carbone (CO₂) atmosphérique et de lumière. Ils ne consomment pas de matière organique et sont en conséquence à la base des relations alimentaires. Ils sont donc appelés producteurs primaires. Les êtres vivants (tels que les animaux et les champignons) qui ne sont pas capables de produire leur propre matière organique ont besoin de prélever la matière organique dans le milieu : ils sont appelés producteurs secondaires.

Chaînes alimentaires et réseau alimentaire

Chaque être vivant trouve dans son environnement les conditions nécessaires à sa vie. Des relations alimentaires s'établissent entre les êtres vivants (appelés aussi maillons) d'un milieu de vie : certains êtres vivants sont mangés par d'autres. La succession des relations alimentaires forme des chaînes alimentaires.

Les différentes chaînes alimentaires d'un milieu, interconnectées entre elles, forment un réseau alimentaire ou trophique. La matière est ainsi transférée entre les êtres vivants du réseau trophique.

Les chaînes alimentaires permettent le maintien d'un équilibre de l'écosystème.

Les régimes alimentaires

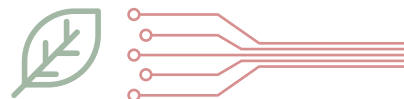
Le régime alimentaire d'un animal définit la façon dont il se nourrit.

Les animaux qui ont un régime alimentaire **carnivore** se nourrissent uniquement d'aliments d'origine animale. Ce sont des zoophages.

Certains régimes alimentaires carnivores sont très spécialisés :

- Les insectivores ne consomment que des insectes (exemple : l'hirondelle).
- Les piscivores ne mangent que du poisson (exemple : le martin-pêcheur).
- Les charognards ne mangent que des cadavres (exemple : le vautour).

Les animaux qui ont un régime alimentaire végétarien se nourrissent uniquement d'aliments d'origine végétale et de substances produites par les végétaux comme les graines, la sève ou le nectar. Ce sont des **phytophages**. Ce régime alimentaire peut également être très spécialisé :



- Les animaux herbivores ne mangent que de l'herbe (exemple : la vache).
- Les granivores ne mangent que des graines (exemple : le verdier d'Europe).
- Les nectarivores ne se nourrissent que de nectar sécrété par les fleurs (exemple : le colibri).

D'autres animaux ont un régime **omnivore**. Ils se nourrissent à la fois d'aliments d'origine animale et végétale (exemples : l'être humain, le sanglier, le renard, l'ours).

Ce régime peut étonnamment être aussi très spécialisé : les planctophages ne consomment que du plancton d'origine animale et végétale (exemple : la baleine).

Recyclage de la matière (décomposition)

La matière organique issue des êtres vivants après leur mort ou au cours de leur vie (déjections) est consommée par certains êtres vivants appelés les **décomposeurs**, comme les vers de terre, les collemboles, les cloportes, les bactéries, les champignons.

Cette matière organique est transformée, minéralisée et intégrée au sol. La matière nouvellement minéralisée permet donc aux végétaux (producteurs primaires) de se développer. La matière est ainsi **recyclée**.

Les êtres vivants sont interdépendants. Chaque être vivant a un rôle et occupe une place précise dans un milieu de vie et une chaîne alimentaire.

Le fonctionnement du sol

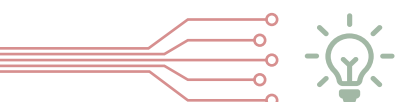
Le sol est la partie qui se trouve à la surface de la Terre. Il est composé d'éléments minéraux, de matière organique et d'êtres vivants. Il recouvre la roche du sous-sol. Il est composé de trois couches :

- **La litière.** Située juste sous la végétation, elle est formée de débris végétaux et de restes d'êtres vivants en cours de décomposition, donc essentiellement de matière organique.
- **L'humus.** Matière sombre située sous la litière, cette couche est constituée de feuilles en décomposition très avancées et de quelques débris de roches. Elle est constituée de matière organique et d'une faible quantité de matière minérale.
- **La couche minérale.** C'est la couche la plus profonde, constituée essentiellement de matière minérale.

Connaissances spécifiques pour prendre du recul

En écologie, un **écosystème** correspond à une association d'êtres vivants, la biocénose, dans un environnement donné, le biotope. Cet environnement a des caractéristiques physiques données (température, lumière, sécheresse ou humidité, etc.) et subit également souvent des variations saisonnières. Les êtres vivants de cette biocénose ont su s'adapter à l'ensemble de ces paramètres physico-chimiques pour survivre. Réciproquement, les êtres vivants présents modèlent l'écosystème qui, de ce fait, évolue dans le temps : l'écosystème est un système naturel dynamique.

Un écosystème est caractérisé par les interactions qui s'exercent entre les êtres vivants (réseau trophique, mutualisme, commensalisme, symbiose, parasitisme...) ou les interactions des êtres vivants avec leur milieu de vie (adaptations aux conditions de vie).



On constate des adaptations comportementales (prédateur, proie) et morpho-anatomiques des animaux (bouche, dents, griffes, estomac...) liées au **régime alimentaire**, résultats de processus évolutifs.

Le régime alimentaire d'un animal peut varier au cours de sa vie, en fonction des saisons quand la quantité et la qualité de la nourriture disponible changent.

Les animaux qui sont exclusifs dans leur régime alimentaire sont souvent plus vulnérables à la sélection naturelle que les omnivores.

Repères de progressivité

L'identification des régimes alimentaires de quelques animaux, celle des besoins vitaux des végétaux et l'étude des interactions entre les êtres vivants (chaînes alimentaires) sont faites au cycle 2 à travers des élevages ou cultures. La production de matière et les réseaux trophiques sont étudiés au cycle 3.

Le rôle des microorganismes relève de la classe de 6^e.

Cycle 2

Des élevages ou des cultures sont des supports privilégiés d'observation et de mise en évidence des relations entre les êtres vivants et leur environnement.

- Montrer la diversité des régimes alimentaires des êtres vivants.
- Mettre en évidence les relations alimentaires entre êtres vivants.

Cycle 3 : niveau CM

- Découvrir que tout être vivant produit sa matière à partir de celle qu'il prélève.
- Repérer des manifestations de consommation ou de rejets des êtres vivants.
- Relier la production de matière par les organismes chlorophylliens et leurs besoins (eau, sels minéraux, dioxyde de carbone, lumière).

Cycle 3

- Mettre en évidence la décomposition de la matière d'un organisme lorsqu'il est mort.
- Relier les organismes du sol (animaux, microorganismes) à l'activité de décomposition.

Cycle 4 : niveau 6^e

- Relier les besoins des cellules d'une plante chlorophyllienne, les lieux de production ou de prélèvement de matière et de stockage et les systèmes de transport au sein de la plante.
- Relier la nature des aliments et leurs apports qualitatifs et quantitatifs pour comprendre l'importance de l'alimentation pour l'organisme (besoins nutritionnels).
- Discuter de la gestion des ressources alimentaires, en particulier de leur production avec le développement durable.



Thème - La biodiversité et son devenir

Cycles

Cycles 2 et 3.

Niveaux

Tous les niveaux des cycles 2 et 3.

Références aux programmes

Le vivant, sa diversité et les fonctions qui le caractérisent.

La planète Terre. Les êtres vivants dans leur environnement.

Attendus de fin cycle

Classer les organismes, exploiter les liens de parenté pour comprendre et expliquer l'évolution des organismes.

Identifier des enjeux liés à l'environnement.

Connaissances

Critères de classification des êtres vivants.

Notion de classification (phylogénétique, écologique) – distinction entre tri et classement.

Notion de biodiversité.

Conditions du milieu et conséquences sur les peuplements.

Compétences

- Utiliser différents critères pour classer les êtres vivants.
- Identifier des liens de parenté entre des organismes et construire un classement.
- Décrire un milieu de vie dans ses diverses composantes.
- Relier le peuplement d'un milieu et les conditions de vie.
- Identifier la nature des interactions entre les êtres vivants et leur importance dans le peuplement des milieux.
- Identifier les changements des peuplements (au cours d'une année, au cours des temps géologiques).
- Identifier quelques impacts humains dans un environnement (comportements, aménagements, impacts de certaines technologies...).

Préconceptions, obstacles didactiques

Aborder la biodiversité en classe n'est pas toujours une chose aisée : ce concept n'est pas simple à définir, les scientifiques n'ont pas encore fait un inventaire complet de celle-ci... et, point qui a son importance, nous ne disposons pas toujours d'un inventaire complet des espèces présentes dans un établissement scolaire. Pourtant, étudier la biodiversité en classe, notamment en organisant des sorties dans l'environnement immédiat des élèves (la cour d'école par exemple) fait sens et s'inscrit dans une logique de formation de futurs citoyens.

Connaissances fondamentales et lexique associé

Vers une définition du concept de biodiversité

C'est en 1998 lors d'un forum organisé par l'Académie Nationale des Sciences aux États-Unis qu'apparaît le mot biodiversité comme la contraction du syntagme « biological diversity ». Ce forum est considéré comme le premier grand plaidoyer en faveur de la conservation de la diversité biologique auprès des autorités politiques. Même si ce terme est couramment employé tant par des scientifiques que le grand public, sa définition fait l'objet de discussions au sein de la



communauté scientifique. En effet, au début des années 2000, on dénombrait 85 définitions différentes, de nouvelles définitions continuant à être proposées depuis. Cette multiplicité traduit l'utilisation de ce concept dans de nombreuses disciplines (écologie, économie, éducation, sociologie...).

Retenons tout de même que la biodiversité est un concept englobant trois niveaux principaux d'organisation : la diversité des espèces présentes sur Terre, la diversité au sein des espèces (les variations génétiques au sein des espèces) et la variété des écosystèmes. À ces trois échelles s'ajoute la diversité des interactions à l'intérieur et entre les différents niveaux. La biodiversité n'est donc pas une simple somme d'espèces, mais un ensemble d'interactions entre des êtres vivants et leur environnement.

La biodiversité est encore méconnue, mais en danger

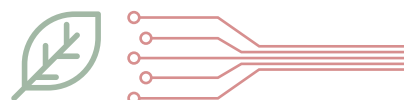
Le [catalogue of life](#), un site recensant l'ensemble des espèces vivantes décrites, dénombre actuellement un peu plus de deux millions d'espèces. Ce chiffre conséquent n'est qu'une évaluation basse de la magnitude de la biodiversité terrestre puisque chaque année entre 16 000 et 18 000 nouvelles espèces sont décrites. La communauté scientifique s'accorde pour évaluer la biodiversité terrestre à au moins huit millions d'espèces. Pour le dire autrement, nous ne connaissons, au mieux, que 25 % de la biodiversité de notre planète.

Les menaces pesant actuellement sur la diversité biologique sont telles que la communauté scientifique parle d'une possible sixième crise d'extinction des espèces. L'IPBES (plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques), un groupe d'experts internationaux travaillant sur la biodiversité à la manière du GIEC (groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat), indique qu'environ un million d'espèces seraient menacées d'extinction. L'origine de cette crise est, sans aucun doute, anthropique suite à l'urbanisation, la modification de l'utilisation des terres et des mers, l'exploitation directe d'organismes, changements climatiques, les pollutions...

En France, nous sommes particulièrement concernés par les menaces pesant sur la biodiversité puisque nous sommes le 6^e pays hébergeant le plus grand nombre d'espèces menacées d'après la liste rouge établie par l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN). Ainsi, sur les 13 800 espèces évaluées en France, 17 % sont menacées d'extinction... soit près d'une espèce sur cinq. L'enjeu de protection de la biodiversité est donc d'importance.

Des êtres vivants liés à leur environnement

Nous l'avons vu, le concept de biodiversité englobe la diversité des êtres vivants, mais également l'environnement. On pourrait se questionner sur ce choix ; pourtant en y réfléchissant, ce choix est assez logique. Chaque milieu naturel possède des conditions propres : température, humidité, composition du sol... Les êtres vivants qui se développent dans un environnement se sont adaptés aux conditions locales de vie, tant en termes morphologiques que comportementaux, grâce aux mécanismes d'évolution. À ce titre, l'escargot des haies est un escargot très commun qui peut posséder une coquille jaune, brun-rose avec ou sans bande sombre. Une étude a montré que les individus avec une coquille sombre survivent mieux dans les zones très ombragées (la coquille absorbant davantage la chaleur). Inversement, dans les zones claires et lumineuses, les escargots clairs sont plus présents.



Cet exemple illustre que le peuplement d'un milieu par différentes espèces dépend des caractéristiques de ce milieu permettant des conditions de vie particulières. Des changements environnementaux rapides et importants peuvent avoir des conséquences dramatiques sur ces espèces. Pour comprendre l'état de santé d'une population d'êtres vivants, il est donc nécessaire de connaître également leur environnement. Pour autant, il ne faut pas avoir une vision fixiste de la biodiversité : son évolution est naturelle, des espèces sont amenées à disparaître sans l'action humaine... ce qui inquiète les scientifiques est le rythme actuel des disparitions d'espèces qui n'a rien de naturel.

Trier, ranger et classer !

Parce que la biodiversité est riche de plusieurs millions d'espèces, les scientifiques ont depuis fort longtemps tenté de l'organiser et la trier pour mieux la comprendre. Autour de cette question, plusieurs termes de vocabulaire peuvent sembler similaires, mais cachent des objectifs bien différents :

- **Trier** : c'est faire une action qui consiste à discriminer des objets en fonction de critères binaires. Appliqué à la biodiversité, cela peut, par exemple, correspondre à déterminer le nom d'une espèce à l'aide d'outil de détermination.
- **Ranger** : c'est placer un élément dans un ensemble en fonction des caractéristiques de cet ensemble. Par exemple, cela peut être rangé le chat dans le groupe des mammifères, car il possède des poils.
- **Classer** : c'est regrouper des objets sur la base de critères qu'ils partagent. Une classification permet aux scientifiques de représenter le degré d'apparentement entre des espèces et reconstituer leur histoire évolutive.

Connaissances spécifiques pour prendre du recul

L'enseignement de la biodiversité peut constituer une occasion pour former les citoyens de demain

Plusieurs études dressent le constat que l'institution scolaire s'appuie souvent sur des écogestes individuels (trier ses déchets par exemple) plutôt que des approches plus globales et critiques. Ces écogestes ne sont pas suffisants au regard de l'ampleur de la problématique environnementale. En se limitant à ce type d'actions, les élèves risquent, en outre, de ne pas percevoir l'importance des choix collectifs et la responsabilité des institutions. Pour aller plus loin, des chercheurs estiment qu'il est prometteur de soutenir la capacité des élèves à agir sur le monde («empowerment») en proposant des situations où les apprentissages scientifiques sont contextualisés dans la vie quotidienne. Ces activités doivent aider les élèves à développer une conscience écologique pour les amener à prendre des décisions éclairées. Ce lien avec la citoyenneté fait référence aux champs des «éducations à» qui visent à construire et à développer des compétences scientifiques, sociales et éthiques.

Concrètement, l'un des enjeux de l'éducation à la biodiversité est d'amener les élèves à mobiliser des savoirs (par exemple la connaissance des espèces présentes en un lieu), mais aussi des éléments de contexte afin qu'ils puissent construire une opinion raisonnée (exemple : doit-on préserver toutes les espèces ou certaines doivent-elles être préservées en priorité?). Ce processus vise, in fine, à développer la capacité à agir des élèves en se basant sur des décisions argumentées (exemple : quelles installations mettre en place dans l'école pour favoriser la biodiversité). Ainsi les «éducations à» n'ont pas pour objectif de proposer une solution unique ni même une méthode toute faite, mais plutôt l'élaboration de solutions



personnelles et collectives fondées sur une opinion raisonnée. Le programme contient aussi de quoi traiter ces sujets dans le cadre des enseignements.

Les limites liées à l'étude d'espèces emblématiques telles que les ours polaires

Aborder les menaces pesant sur la biodiversité vise à permettre aux élèves d'adopter une attitude raisonnée et un comportement citoyen responsable vis-à-vis de leur environnement. Pour aborder la notion de menaces pesant sur la biodiversité, de nombreux professeurs font le choix de se limiter à des espèces emblématiques telles que les ours polaires ou les orangs-outans. Ce choix, parfaitement respectable, peut poser des problèmes didactiques. En effet, ne traiter que de ces espèces relâiera le message que l'érosion de la biodiversité est une question lointaine, sans lien concret avec le quotidien des élèves. Cet éloignement géographique risque, également, de leur faire penser qu'aucune action n'est possible à leur échelle pour préserver la biodiversité.

Au contraire, sortir avec les élèves dans la cour de l'établissement et leur faire découvrir par exemple la diversité des plantes ou des insectes pollinisateurs permet, dans un premier temps, de créer du lien entre les élèves et la nature. Ils seront également surpris par la diversité des espèces que l'on peut rencontrer dans un espace restreint et que l'on côtoie quotidiennement. Ils pourront ensuite réfléchir aux actions à mener pour préserver et favoriser ces espèces locales.

Obtenir des chiffres simples et à jour sur la biodiversité en France

Trouver des chiffres sur la biodiversité locale n'est pas toujours chose aisée pourtant cela permet de contextualiser ce sujet pour les élèves. L'Inventaire national du patrimoine naturel (INPN) est le portail de la biodiversité et de la géodiversité françaises, de métropole et d'outre-mer. L'objectif est de diffuser des connaissances sur les espèces animales, végétales, les milieux naturels, les espaces protégés et le patrimoine géologique. L'une de ses missions est de rassembler et analyser les données pour communiquer sur l'évolution de la biodiversité. Pour y parvenir, des guides très simples et utilisables en classe sont mis à disposition de tous sur le site de l'INPN.

La lecture de ces deux documents est conseillée :

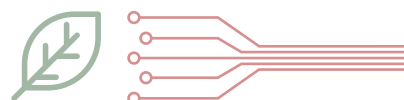
- [100 chiffres expliqués sur les espèces](#)
- [100 chiffres expliqués sur les espaces protégés](#)

Repères de progressivité

Les élèves poursuivent en cycle 3 la construction du concept du vivant déjà abordé en cycle 2.

En abordant la notion de biodiversité, les élèves doivent constater que les peuplements des milieux se modifient à différentes échelles de temps : à l'échelle des saisons, des années, mais également des temps géologiques. Il est conseillé d'ancrer ce constat à l'échelle saisonnière pour les élèves les plus jeunes afin de les aider à appréhender ce phénomène.

De même, il est possible d'amener les élèves à s'impliquer dans des actions et des projets concrets en lien avec des thématiques liées à l'éducation au développement durable. Il peut être préférable de prévoir des actions très simples permettant d'agir directement sur un groupe biologique (installations de mangeoires à oiseaux par exemple) pour les élèves les plus jeunes et des actions



aux effets plus indirects (semer une prairie fleurie pour attirer les insectes qui pourront par exemple nourrir des oiseaux insectivores) pour les plus âgés.

Le « défi biodiversité » proposé à l'échelle du département dans le Vaucluse est un exemple d'action mobilisatrice du cycle 1 au cycle 3, dans le cadre de l'enseignement de sciences et technologie.

Cycle 2

- Des observations dans l'environnement proche (cour de l'école, jardin public, champ) ou plus lointain, des élevages ou des cultures sont des supports privilégiés d'observation et de mise en évidence des relations entre les êtres vivants et leur environnement.
- Identifier des relations entre les êtres vivants et leur milieu.
- Identifier des interactions entre les êtres vivants en particulier les relations alimentaires.
- Constater la diversité biologique d'un milieu.

Cycle 3

- Utiliser différents critères pour caractériser les êtres vivants.
- Distinguer tri et classement.
- Utiliser des critères pour construire une classification phylogénétique sous la forme de groupes emboîtés mettant en évidence les relations de parenté.
- Décrire un milieu de vie en distinguant les composantes biologiques et non biologiques (physico-chimiques).
- Mettre en évidence des relations entre les peuplements observés et les conditions du milieu.
- Constater les variations de peuplements au cours du temps (saisons/années, temps géologiques).
- Identifier les impacts des activités humaines sur les milieux et leur peuplement.

Cycle 4

- Relier l'étude des relations de parenté entre les êtres vivants et l'évolution.
- Relier, comme des processus dynamiques, la diversité génétique et la biodiversité.
 - Expliquer comment une activité humaine peut modifier l'organisation et le fonctionnement des écosystèmes en lien avec quelques questions environnementales globales.



