



MINISTÈRE  
DE L'ÉDUCATION NATIONALE,  
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE

Inspection Pédagogique Régionale de Physique Chimie

# Outil d'aide à la planification en physique chimie au cycle 4

*Version modifiée et enrichie septembre 2020*



Les programmes de l'école primaire et du collège ont été élaborés dans l'objectif d'acquisition du socle commun par tous les élèves, au meilleur niveau possible. Ils intègrent deux dimensions importantes qui permettent, dans chaque discipline, de construire progressivement les attendus à la fin d'un cycle : la logique de cycle et la démarche spiralaire. La logique de cycle permet une plus grande progressivité des apprentissages en laissant à l'élève l'opportunité d'avancer à son rythme et de revenir sur certaines notions clés. La démarche spiralaire<sup>1</sup>, quant à elle, implique que le parcours d'apprentissage prévoit qu'une même notion sera étudiée à divers moments dans plusieurs contextes et avec des niveaux de difficulté différents. L'enseignant doit ainsi pouvoir identifier ce que les élèves, dans leur diversité, peuvent réussir à faire, tout en accompagnant des niveaux d'abstraction de plus en plus élevés. C'est ce repérage, à partir de repères de progressivité, qui peut fournir les étapes d'une progression raisonnée.

C'est l'objectif de ce document qui a été construit à partir des réflexions menées dans notre académie, au cours des formations disciplinaires relatives à la réforme de la scolarité obligatoire et aux nouveaux programmes. **Il ne se substitue pas au programme**, mais en précise l'esprit et indique quelques pistes pour s'assurer d'une construction progressive des attendus de fin de cycle et de leur stabilité en classe de troisième. Il se fonde sur les repères de progressivité à la fois dans le cadre d'une construction évolutive des concepts développés en physique chimie, mais aussi des repères de progressivité dans les disciplines connexes que sont les mathématiques, les SVT, la technologie. On trouvera ainsi des éléments de progression dans le cycle, des exemples de notions implicites porteuses en matière d'apprentissage et des pistes de contextualisation thématiques, ces dernières permettant de structurer une programmation contextualisée des activités des élèves et une implication facilitée dans les EPI.

Ce document n'a pas pour objectif, en revanche, de fournir une programmation clé en main. **Il contient les bases d'une réflexion qui devra être approfondie par la mise en perspective avec le volet 2 du programme et les sept compétences travaillées dans le volet 3**, dans l'objectif d'acquisition du socle commun en créant les activités propices à la construction des contenus disciplinaires visés.

#### Chaque programme est structuré en 3 volets

- Le premier volet fixe les objectifs du cycle
- Le deuxième volet précise la contribution essentielle de chaque enseignement aux cinq domaines du socle commun
- Le troisième volet précise les compétences travaillées et les contenus par enseignement

#### Volet 3 des programmes

#### Le troisième volet précise les contenus par enseignement

- ✓ les compétences travaillées pendant le cycle : elles sont mises en perspective avec les domaines du socle
- ✓ les attendus de fin de cycle
- ✓ les compétences et les connaissances associées ; des exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève
- ✓ des pistes pour aménager des liens avec les autres enseignements.

<sup>1</sup> C'est Jérôme Bruner qui a introduit en 1960 l'idée de pédagogie spiralaire dans *The process of education*. Pour lui, les programmes devraient être établis de façon à ce que les élèves reviennent de façon régulière sur ce qu'ils ont déjà appris.

## Grandes lignes des repères de progressivité dans les disciplines connexes

Les repères de progressivité sont des indications pour aider un conseil d'enseignement à cibler les contenus visés et le niveau de maîtrise attendu, à un niveau donné. Croiser les repères de progressivités de différentes disciplines en particulier, ici, celles des disciplines du pôle scientifique, permet une construction des notions qui donne du sens aux apprentissages. On évite ainsi un certain nombre d'écueils liés à l'introduction prématurée d'une notion, dans une discipline connexe, quand cette dernière doit être construite dans autre discipline, à un autre moment de la scolarité.

### • Les mathématiques

#### Nombres et calcul

Les élèves rencontrent dès le début du cycle 4 le nombre relatif qui rend possibles toutes les soustractions. Ils généralisent l'addition et la soustraction dans ce nouveau cadre et rencontrent la notion d'opposé.

L'écriture littérale est abordée dès la 5<sup>e</sup>, mais les notions de variables et d'inconnues, la factorisation, le développement et la réduction d'expressions algébriques se font à partir de la 4<sup>e</sup>.

Les puissances de 10 d'exposant entier sont manipulées à partir de la quatrième, les exposants négatifs étant introduits progressivement

#### Fonctions

En 5<sup>e</sup> la rencontre de relations de dépendance entre grandeurs mesurables ainsi que leur représentation graphique permet d'introduire la notion de fonction qui est stabilisée en 3<sup>e</sup>.

En 3<sup>e</sup> les élèves sont en mesure de faire le lien entre proportionnalité, fonctions linéaires, théorème de Thalès et homothétie et choisir le mode de représentation le mieux adapté à la résolution d'un problème.

#### Espace et géométrie

Le théorème de Pythagore est introduit en 4<sup>e</sup>, le théorème de Thalès en 3<sup>e</sup>.

### • Les Sciences de la Vie et de la Terre

Dans le domaine de l'alimentation, les mécanismes moléculaires sont réservés à la classe de troisième.

### • La technologie

#### Modélisation et simulation des objets et systèmes techniques

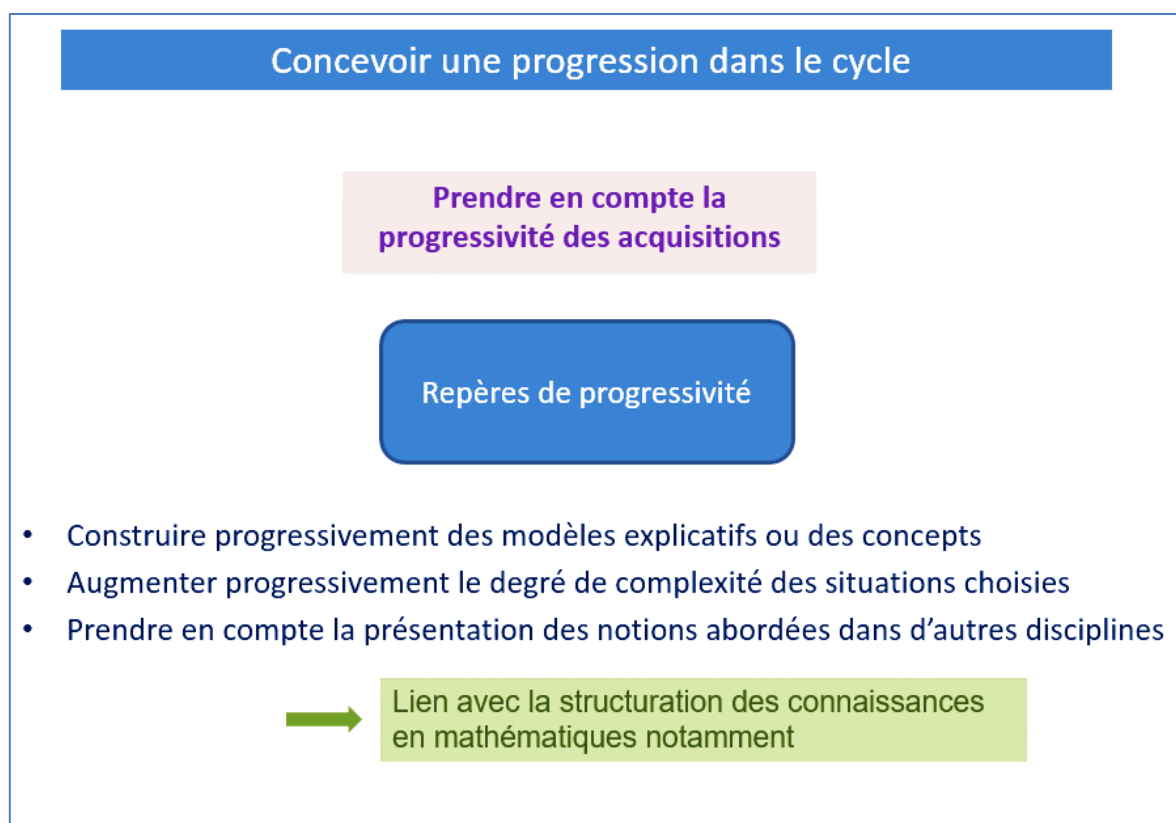
En fin de cycle, l'accent sera mis sur les hypothèses retenues pour utiliser une modélisation de comportement fournie, et sur la nécessité de prendre en compte ces hypothèses pour interpréter les résultats de la simulation. Il sera pertinent de montrer l'influence d'un ou deux paramètres sur les résultats obtenus afin d'initier une réflexion sur la validité des résultats.

## Éléments de progression dans le cycle en physique-chimie

Les pistes de découpages qui sont proposées dans les tableaux qui suivent ne sont pas des injonctions et chacun pourra se les approprier pour construire son propre outil de travail. Le professeur garde sa liberté pédagogique et **toute autre progression qui respecte les repères de progressivité fixés dans le programme, la structuration progressive et logique des concepts et la notion de spiralisation est envisageable.**

Il est important de noter que ce ne sont là que les attendus de fin de cycle qui sont déclinés en connaissances et compétences associées dans le volet 3 du programme de cycle. Ils indiquent ce que l'élève doit savoir ou doit savoir faire à la fin du cycle, **mais ils ne décrivent pas ce que l'enseignant doit enseigner, ni comment il doit le faire.** C'est à lui de créer la programmation des activités, en les fondant sur les sept compétences visées en physique chimie, qui permettront d'atteindre ces objectifs et de s'assurer de la solidité des attendus de fin de cycle en classe de troisième. C'est notamment le rôle des tâches complexes qui permettront à l'élève de réinvestir dans un nouveau contexte ce qu'il a appris dans un autre.

Certaines mentions sont indiquées en italique. Elles sont relatives à l'expérimentation. D'autres indications, sur fond violet, donnent des indications supplémentaires en termes de progressivité, de pistes de travail succinctes ou de réinvestissement.



## Partie du programme : organisation et transformations de la matière

### Attendus de fin de cycle

- »» Décrire la constitution et les états de la matière
- »» Décrire et expliquer des transformations chimiques
- »» Décrire l'organisation de la matière dans l'Univers

### Connaissances et compétences associées sur le cycle (rappel du programme)

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et d'outils pour l'élève
<b>Décrire la constitution et les états de la matière</b>	
<p>Caractériser les différents états de la matière (solide, liquide et gaz). Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental pour étudier les propriétés des changements d'état. Caractériser les différents changements d'état d'un corps pur. Interpréter les changements d'état au niveau microscopique. Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental pour déterminer une masse volumique d'un liquide ou d'un solide. Exploiter des mesures de masse volumique pour différencier des espèces chimiques.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Espèce chimique et mélange.</li> <li>➤ Corps pur et mélange</li> <li>➤ Changements d'état de la matière.</li> <li>➤ Conservation de la masse, variation du volume, température de changement d'état.</li> <li>➤ Masse volumique : Relation <math>m = \rho.V</math>, influence de la température</li> </ul>	<p>On mettra en œuvre d'expériences simples montrant la conservation de la masse (mais non-conservation du volume) d'une substance lors d'un changement d'état. Si l'eau est le principal support expérimental – sans en exclure d'autres – pour l'étude des changements d'état, on pourra exploiter des données expérimentales pour connaître l'état d'un corps dans un contexte donné et exploiter la température de changement d'état pour identifier des corps purs. L'étude expérimentale des changements d'état est l'occasion de mettre l'accent sur les transferts d'énergie et d'aborder l'impact du réchauffement climatique sur les glaciers et la banquise. L'intérêt de la masse volumique est présenté pour mesurer un volume ou une masse quand on connaît l'autre grandeur, mais aussi pour distinguer différents matériaux. La variation de la masse volumique avec la température permet d'aborder une cause de l'élévation du niveau des mers et océans en lien avec le réchauffement climatique. Un travail avec les mathématiques sur les relations de proportionnalité et les grandeurs-quotients peut être proposé.</p>
<p>Concevoir et réaliser des expériences pour caractériser des mélanges. Estimer expérimentalement une valeur de solubilité dans l'eau.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Solubilité.</li> <li>➤ Miscibilité.</li> <li>➤ Composition de l'air.</li> </ul>	<p>Ces études sont l'occasion d'aborder la dissolution de gaz (notamment celle du CO<sub>2</sub>) dans l'eau au regard de problématiques liées à la santé et l'environnement. Ces études peuvent prendre appui ou illustrer les différentes méthodes de traitement des eaux (dépollution, purification, désalinisation...). Elles permettent de sensibiliser les élèves au traitement des solutions avant rejet.</p>
<b>Décrire et expliquer des transformations chimiques</b>	
<p>Mettre en œuvre des tests caractéristiques d'espèces chimiques à partir d'une banque fournie. Identifier expérimentalement une transformation chimique. Distinguer transformation chimique et mélange, transformation chimique et transformation physique. Interpréter une transformation chimique comme une redistribution des atomes. Utiliser une équation de réaction chimique fournie pour décrire une transformation chimique observée.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Notions de molécules, atomes, ions.</li> <li>➤ Conservation de la masse lors d'une transformation chimique.</li> </ul> <p>Associer leurs symboles aux éléments à l'aide de la classification périodique.</p>	<p>Cette partie prendra appui sur des activités expérimentales mettant en œuvre différents types de transformations chimiques : combustions, réactions acide-base, réactions acides-métaux.</p> <p>Utilisation du tableau périodique pour retrouver, à partir du nom de l'élément, le symbole et le numéro atomique et réciproquement.</p>

<p>Interpréter une formule chimique en termes atomiques.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dioxygène, dihydrogène, diazote, eau, dioxyde de carbone, méthane, protoxyde d'azote.</li> </ul>	
<p><b>Propriétés de quelques transformations chimiques</b></p> <p>Identifier le caractère acide ou basique d'une solution par mesure de pH.</p> <p>Associer le caractère acide ou basique à la présence d'ions H<sup>+</sup> et OH<sup>-</sup>.</p> <p>Identifier les gaz à effet de serre produits lors de transformations chimiques.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ions H<sup>+</sup> et OH<sup>-</sup>.</li> <li>➤ Mesure du pH.</li> <li>➤ Combustions dans l'air</li> <li>➤ Réactions de corrosion d'un métal</li> <li>➤ Gaz à effet de serre</li> </ul>	<p>Ces différentes transformations chimiques peuvent servir de support pour introduire ou exploiter la notion de transformation chimique dans des contextes variés (vie quotidienne, vivant, industrie, santé, environnement). Elles permettent d'aborder des sujets liés à la sécurité, à notre impact sur le climat et l'environnement (émission de gaz à effets de serre, acidification des océans) et de proposer des pistes pour le limiter (ressources d'énergie décarbonée, traitement des déchets, recyclage, captation du dioxyde de carbone). C'est l'occasion de sensibiliser ainsi les élèves à la notion d'empreinte (ou bilan) carbone.</p>
<b>Décrire l'organisation de la matière dans l'Univers</b>	
<p>Décrire la structure de l'Univers et du système solaire.</p> <p>Aborder les différentes unités de distance et savoir les convertir : du kilomètre à l'année-lumière.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Galaxies, évolution de l'Univers, formation du système solaire, âges géologiques.</li> <li>➤ Ordres de grandeur de quelques distances astronomiques.</li> </ul> <p>Comparer les ressources terrestres de certains éléments.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Les éléments sur Terre et dans l'univers (hydrogène, hélium, éléments lourds : oxygène, carbone, fer, silicium, terres rares...)</li> <li>➤ Constituants de l'atome, structure interne d'un noyau atomique (nucléons : protons, neutrons), électrons.</li> </ul>	<p>Ce thème fait prendre conscience à l'élève que l'Univers a été différent dans le passé, qu'il évolue dans sa composition, ses échelles et son organisation, que le système solaire et la Terre participent de cette évolution.</p> <p>L'élève réalise qu'il y a une continuité entre l'infiniment petit et l'infiniment grand et que l'échelle humaine se situe entre ces deux extrêmes.</p> <p>Pour la formation de l'élève, c'est l'occasion de travailler sur des ressources en ligne et sur l'identification de sources d'informations fiables. Cette thématique peut être aussi l'occasion d'une ouverture vers la recherche, les observatoires et la nature des travaux menés grâce aux satellites et aux sondes spatiales.</p>

## Repères de progressivité extraits du programme de cycle

Du cycle 2 au cycle 3, l'élève a appréhendé par une première approche macroscopique les notions d'état physique et de changement d'état d'une part et les notions de mélange et de constituants d'un mélange d'autre part. Le cycle 4 permet d'approfondir, de consolider ces notions en abordant les premiers modèles de description microscopique de la matière et de ses transformations, et d'acquérir et d'utiliser le vocabulaire scientifique correspondant.

Dès la classe de 5e, les activités proposées permettent de consolider les notions d'espèce chimique, de mélange et de corps pur, d'état physique et de changement d'état, par des études quantitatives : mesures et expérimentations sur la conservation de masse, la non-conservation du volume et la proportionnalité entre masse et volume pour une substance donnée. L'introduction de la grandeur quotient masse volumique se fait progressivement à partir de la classe de 4e.

Les notions de miscibilité et de solubilité peuvent être introduites expérimentalement dès le début du cycle.

L'utilisation d'un modèle particulière pour décrire les états de la matière, les transformations physiques et les transformations chimiques peut être développée à partir de la classe de 5e, même si le nom de certaines espèces chimiques a pu être rencontré antérieurement.

Les activités proposées permettent d'introduire expérimentalement des exemples de transformations chimiques dès la classe de 5e, avec des liens possibles avec l'histoire des sciences d'une part, et les

situations de la vie courante d'autre part. L'utilisation d'équations de réaction pour modéliser les transformations peut être initiée en classe de 4e dans des cas simples.

Le tableau périodique est considéré à partir de la classe de 4e comme un outil de classement et de repérage des atomes constitutifs de la matière, sans qu'il faille insister sur la notion d'élément chimique. La description de la constitution de l'atome et de la structure interne du noyau peut être réservée à la classe de 3e, et permet un travail sur les puissances de dix en lien avec les mathématiques.

La partie « Décrire l'organisation de la matière dans l'Univers » peut être abordée tout au long du cycle comme objet d'étude et comme champ d'application pour le thème du programme « Organisation et transformations de la matière », ainsi que pour les thèmes « Mouvement et interactions » et « Des signaux pour observer et communiquer ». Elle permet aussi une articulation avec le programme de sciences de la vie et de la Terre.

## Organisation et transformations de la matière Décrire la constitution et les états de la matière

### Ce qui est travaillé au cycle 3

Au cycle 3, on décrit les états et la constitution de la matière à l'échelle macroscopique. On appréhende la diversité des matériaux (métaux, minéraux, verres, plastiques, matière organique), l'état physique d'un échantillon de matière en fonction de conditions externes. Quelques propriétés de la matière sont introduites (solubilité, élasticité...) et la masse est stabilisée comme grandeur physique caractérisant un échantillon de matière.

La notion de mélange est introduite (la matière qui nous entoure à l'état solide, liquide ou gazeux est le résultat d'un mélange de différents constituants) et quelques expériences de séparation sont proposées (décantation, filtration, évaporation).

### Les sauts conceptuels au cycle 4

Au cycle 4 on passe **du monde macroscopique au monde microscopique**. Ce passage peut être progressif sur le cycle et **interroger la notion de modèle en sciences** à la fois dans sa dimension descriptive, prédictive et dans son champ de validité. Le modèle particulaire ne nécessite pas l'introduction des atomes pour décrire les états de la matière ni pour prédire ou pour expliquer la conservation de la masse au cours d'un changement d'état ou d'un mélange. En revanche, ce modèle ne sera plus opérant pour expliquer la conservation de la masse au cours d'une transformation chimique. Il devra donc évoluer en introduisant les atomes, le modèle de l'atome insécable suffisant alors. C'est par exemple le besoin d'expliquer les charges des ions qui induira une nouvelle modification de ce modèle par l'introduction de la structure interne de l'atome<sup>2</sup>.

On poursuit l'étude des mélanges en passant de la notion de saturation vue au cycle 3 à celle de **solubilité au sens quantitatif du terme** et structurant progressivement la **notion de corps pur**. C'est l'occasion de revenir sur les changements d'état et de dégager, par exemple, un critère de distinction d'un corps pur autour du palier de température au cours de ces transformations. En termes de progressivité, on pourrait s'intéresser en cinquième aux mélanges solide-liquide et liquide-liquide et réserver l'étude des mélanges gaz-liquide à la classe de quatrième pour quantifier la solubilité des gaz dans l'eau, un peu plus difficile d'accès.

**La différence entre masse et volume** (deux concepts souvent confondus par l'élève) induit une structuration supplémentaire, leur interdépendance étant liée, pour une espèce donnée, par **la masse volumique**, grandeur dépendant de la température.

<sup>2</sup> C'est à nouveau l'évolution de ce modèle par l'introduction des couches électroniques et les règles du duet et de l'octet qui permettront de prédire, au lycée, les charges de quelques ions.

5 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>
<p>En cinquième l'étude des mélanges permet de réinvestir les techniques de séparation vues en cycle 3 pour aller plus loin. Elle permet, par exemple, une première approche de la masse volumique pour justifier les positions relatives de deux liquides non miscibles. Elle permet aussi de travailler sur la solubilité en la quantifiant. On pourra alors aborder la structuration de corps pur en réinvestissant les connaissances sur les changements d'état.</p> <p><i>Concevoir et réaliser des expériences pour caractériser des mélanges (miscibilité de deux liquides, solubilité d'un solide).</i></p> <p><b>Masse volumique (des liquides) <sup>3</sup> :</b> <i>Première approche expérimentale de l'interdépendance entre masse et volume pour une substance liquide donnée.</i></p> <p><b>Solubilité d'un solide :</b> <i>Estimer expérimentalement une valeur de solubilité d'un solide dans l'eau.</i></p> <p>Caractériser les différents états de la matière (solide, liquide, gaz).</p> <p>Caractériser les différents changements d'état d'un corps pur : mesure de la température de changement d'état<sup>4</sup>.</p> <p><i>Test caractéristique de l'eau<sup>5</sup>.</i></p> <p><i>Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental pour étudier les propriétés des changements d'état : variation du volume, conservation de la masse.</i></p> <p>Interpréter les changements d'état au niveau microscopique. Notions de molécules<sup>6</sup>.</p> <p>Le modèle particulaire peut être envisagé à ce niveau pour une première interprétation des états de la matière.</p>	<p>Les études qui suivent permettent de réinvestir les connaissances des élèves dans le domaine des mélanges et des techniques de séparation.</p> <p>Composition de l'air (dioxygène, diazote, autre gaz...).</p> <p><i>Mettre en œuvre des tests caractéristiques d'espèces chimiques à partir d'une banque fournie (test O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O).</i></p> <p><b>Solubilité d'un gaz :</b> <i>Estimer expérimentalement une valeur de solubilité d'un gaz dans l'eau.</i></p> <p>La solubilité interroge la conservation de la masse dans un mélange et le pouvoir solvant de l'eau. La conservation de la masse au cours d'un mélange peut être l'occasion de réinvestir les mélanges solide-liquide.</p> <p><b>Masse volumique (liquides et solides) :</b> <i>Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental pour déterminer une masse volumique d'un liquide ou d'un solide.</i></p> <p>Relation<sup>7</sup> <math>m = \rho.V</math></p> <p>La donnée de la masse volumique permet de prédire, par exemple, la position relative de deux liquides non miscibles entre eux.</p>	<p>Notions de molécules, atomes, ions<sup>8</sup></p> <p>Cet attendu de fin de cycle gagne à être travaillé en lien avec la transformation chimique mettant en jeu des espèces chargées.</p> <p><b>Masse volumique :</b> Exploiter des mesures de masse volumique pour différencier des espèces chimiques ou des corps.</p> <p>Relation <math>m = \rho.V</math> , influence de la température<sup>9</sup></p> <p>Ce réinvestissement de la masse volumique peut se faire, par exemple, dans le cadre des transformations chimiques pour reconnaître des métaux. Elle peut également se faire en relation avec la partie « décrire l'organisation de la matière dans l'univers » dans le cadre du classement des planètes par leur densité.</p> <p>L'étude de l'influence de la masse volumique permet de réinvestir par exemple certaines propriétés des gaz.</p>

<sup>3</sup> La grandeur quotient masse volumique pourra être introduite en quatrième.

<sup>4</sup> Le palier de température au cours du changement d'état est un critère utilisable pour distinguer un corps pur d'un mélange.

<sup>5</sup> La conception initiale souvent présente dans l'esprit des élèves est qu'un liquide limpide comme de l'eau est de l'eau.

<sup>6</sup> Au sens de particules, sans parler des atomes qui les constituent.

<sup>7</sup> À ce niveau, les notions de variable et d'inconnue commencent à apparaître ; on peut déduire une grandeur (masse ou volume) si on connaît la masse volumique et l'autre grandeur.

<sup>8</sup> La formation de l'ion n'est pas à expliciter dans les classes antérieures.

<sup>9</sup> A pression constante, lorsque la température d'une substance augmente, elle se dilate et occupe un volume plus grand et sa masse volumique diminue.



**Organisation et transformations de la matière**  
**Décrire et expliquer des transformations chimiques**

**Ce qui est travaillé au cycle 3**

Au cycle 3, l'idée qu'un mélange peut conduire notamment à une transformation chimique est introduite dans le cadre du travail autour des mélanges.

**Les sauts conceptuels au cycle 4**

Au cycle 4, on structure davantage la notion de transformation chimique en la modélisant par une **réaction chimique** et en l'interprétant au niveau microscopique comme une **redistribution d'atomes**. C'est l'occasion de modifier le premier modèle particulaire, suffisant pour expliquer les états de la matière en termes d'espace entre les particules, pour décrire la constitution des molécules et introduire les atomes. On amène également l'élève à **appréhender la différence entre mélange, transformation physique et transformation chimique**.

5 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>
<p>Transformations chimiques.</p> <p>On peut revenir sur l'étude faite au cycle 3 et aborder à ce niveau la reconnaissance de quelques transformations chimiques pour marquer la différence avec un changement d'état ou un mélange (par exemple la réaction entre le vinaigre et le calcaire, mais toute transformation chimique est envisageable si elle permet clairement de montrer que l'on forme de nouvelles espèces), mais toute interprétation microscopique n'est pas envisageable, car elle nécessiterait la connaissance des atomes.</p> <p>Le travail à partir de produits du quotidien acides ou basiques permet de travailler sur la sécurité et justifie la recherche d'un critère de reconnaissance entre ces types de solutions.</p> <p><i>Identifier le caractère acide ou basique d'une solution par mesure de pH.</i></p> <p>Le lien entre le pH et les ions hydrogène suppose l'étude des ions et donc de la structure de l'atome. Elle n'est pas à envisager à ce niveau.</p>	<p>Aucun attendu de fin de cycle n'est fixé sur l'équilibrage d'une équation de réaction.</p> <p><i>Identifier expérimentalement une transformation chimique.</i></p> <p>En quatrième, on peut travailler à partir de transformations chimiques ne mettant en jeu que des espèces neutres. Les combustions sont un bon support pour structurer cette notion.</p> <p><i>Combustions dans l'air.</i></p> <p><i>Mettre en œuvre des tests caractéristiques d'espèces chimiques à partir d'une banque fournie (test O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O).</i></p> <p><i>Identifier des gaz à effets de serre produits lors de transformations chimiques</i></p> <p><b>Évolution du modèle particulaire, introduction de l'atome :</b> interpréter une transformation chimique comme une redistribution des atomes.</p> <p>Utiliser une équation de réaction chimique fournie pour décrire une transformation chimique observée.</p> <p>Associer leurs symboles aux éléments à l'aide de la classification périodique<sup>10</sup>.</p> <p>Interpréter une formule chimique en termes atomiques : O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O.</p> <p><i>Conservation de la masse lors d'une transformation chimique.</i></p> <p>Distinguer transformation chimique et mélange, transformation chimique et transformation physique.</p> <p>On peut réinvestir ici le modèle particulaire vu en 5<sup>ème</sup> et son évolution en 4<sup>ème</sup>.</p>	<p>Réactions de corrosion d'un métal<sup>11</sup></p> <p>Utiliser une équation de réaction chimique fournie pour décrire une transformation chimique observée.</p> <p>Distinguer transformation chimique et mélange, transformation chimique et transformation physique.</p> <p>On peut réinvestir l'évolution du modèle particulaire pour interpréter ces distinctions, mais aussi la conservation de la masse au cours d'un changement d'état, d'une transformation chimique ou d'un mélange pour réactiver les acquis antérieurs dans ces domaines.</p> <p>En troisième, on élargit l'étude des transformations chimiques à celui des transformations chimiques mettant en jeu des espèces chargées. Aucun attendu de fin de cycle n'est fixé en termes d'équilibrage d'une équation de réaction.</p> <p><i>Identifier le caractère acide ou basique d'une solution par mesure de pH.</i></p> <p>Associer le caractère acide ou basique à la présence d'ions H<sup>+</sup> et OH<sup>-</sup>.</p> <p>On peut réinvestir la masse volumique pour reconnaître des métaux, susceptibles de réagir avec des acides.</p> <p><i>Mettre en œuvre des tests caractéristiques d'espèces chimiques à partir d'une banque fournie (différents ions, dihydrogène).</i></p> <p>On peut formaliser l'équation de réaction entre un métal et l'acide chlorhydrique.</p>

<sup>10</sup> Justifier la place des éléments dans la classification impliquerait l'étude du numéro atomique (lien avec le modèle de l'atome).

<sup>11</sup> La corrosion des métaux désigne l'altération d'un métal par réaction chimique (réaction d'oxydoréduction).

Organisation et transformations de la matière  
**Décrire l'organisation de la matière dans l'univers**

**Ce qui est travaillé au cycle 3**

Au cycle 3, on aborde le fait que la matière se trouve en dehors du milieu quotidien et se rencontre aussi à grande échelle (Terre, planètes, Univers). On situe la Terre dans le système solaire et l'on décrit son mouvement (rotation sur elle-même et révolution autour du soleil) ce qui permet d'aborder l'alternance jour/nuit et les saisons. On caractérise les conditions de vie sur Terre (présence d'eau liquide et température favorable).

**Les sauts conceptuels au cycle 4**

Au cycle 4, **on franchit les frontières du système solaire**. Cela conduit à travailler à partir de distances importantes pour lesquelles il faudra trouver un mode de représentation adapté. C'est l'objectif de **l'année de lumière** qui ne pourra être définie et introduite à partir de la relation entre vitesse, déplacement et durée qu'une fois la notion d'inconnue suffisamment stabilisée en mathématiques. C'est aussi l'objectif des **écritures scientifiques** qui permettront d'aborder les grandes distances comme les infiniment petites avec un même formalisme.

5 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>
<p>Décrire la structure du système solaire :</p> <p>. <i>Système Terre-Lune-Soleil</i>            . <i>Système solaire</i></p> <p>Comme au cycle 3, en classe de cinquième on peut « rester » dans le système solaire et travailler sur les phénomènes liés à la Lune (phases de la Lune, éclipses). Cette partie est fortement en lien avec les parties « mouvements et interactions » et « signaux » du programme.</p> <p>Aborder les différentes unités de distance.</p> <p>Manipuler les puissances de 10 sur ce niveau n'est pas envisageable, tout comme l'étude de la vitesse de la lumière, son calcul et, de fait, l'année-lumière. L'unité astronomique demeure accessible à ce niveau.</p>	<p>Décrire la structure de l'univers et du système solaire :</p> <p>. <i>Système solaire</i>            . <i>Galaxies</i></p> <p>Ordres de grandeur de quelques distances astronomiques</p> <p>Aborder les différentes unités de distance et savoir les convertir : du kilomètre à l'année-lumière.</p> <p>Galaxies, formation du système solaire, âges géologiques.</p> <p>Travailler sur l'année-lumière implique de travailler la relation entre vitesse, distance et durée une fois la notion d'inconnue abordée en mathématiques. L'expression « voir loin, c'est voir dans le passé » permet de réinvestir la propagation de la lumière et interroge les conditions de visibilité.</p>	<p>Évolution de l'Univers.</p> <p>L'évolution de l'univers permet de réinvestir la structure du système solaire, des galaxies et de l'année-lumière.</p> <p>Les éléments sur Terre et dans l'univers (hydrogène, hélium, éléments lourds : oxygène, carbone, fer, silicium, terres rares...).</p> <p>On peut envisager de travailler sur les familles de planètes à partir de leur masse volumique (ou densité<sup>12</sup>).</p> <p>Constituants de l'atome, structure interne d'un noyau atomique (nucléons : protons, neutrons), électrons.</p> <p>À ce niveau on peut davantage faire le lien avec la classification périodique (nombre de protons).</p> <p>La nucléosynthèse dans les étoiles peut-être un support de travail mais aucun attendu sur la matière constituant les étoiles n'est fixé en fin de cycle.</p>

<sup>12</sup> Cette notion n'est pas exigible, mais peut servir à réinvestir la masse volumique.

## Partie du programme : mouvement et interactions.

Attendus de fin de cycle

»» Caractériser un mouvement.

»» Modéliser une action exercée sur un objet par une force caractérisée par une direction, un sens et une valeur.

Connaissances et compétences associées sur le cycle (rappel du programme)

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et d'outils pour l'élève
<b>Caractériser un mouvement</b>	
<p>Caractériser le mouvement d'un objet.</p> <p>Utiliser la relation liant vitesse, distance et durée dans le cas d'un mouvement uniforme.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vitesse : direction, sens et valeur.</li> <li>• Mouvements rectilignes et circulaires.</li> <li>• Mouvements uniformes et mouvements dont la vitesse varie au cours du temps en direction ou en valeur.</li> <li>• Relativité du mouvement dans des cas simples.</li> </ul>	<p>L'ensemble des notions de cette partie peut être abordé à partir d'expériences simples réalisables en classe, de la vie courante ou de documents numériques.</p> <p>Utiliser des animations des trajectoires des planètes, qu'on peut considérer dans un premier modèle simplifié comme circulaires et parcourues à vitesse constante.</p> <p>Comprendre la relativité des mouvements dans des cas simples (train qui démarre le long d'un quai) et appréhender la notion d'observateur immobile ou en mouvement.</p>
<b>Modéliser une action exercée sur un objet par une force caractérisée par une direction, un sens et une valeur</b>	
<p>Identifier les actions mises en jeu (de contact ou à distance) et les modéliser par des forces.</p> <p>Exploiter l'expression littérale scalaire de la loi de gravitation universelle, la loi étant fournie.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Action de contact et action à distance.</li> <li>• Force : point d'application, direction, sens et valeur.</li> <li>• Force de pesanteur et son expression <math>P=mg</math>.</li> </ul>	<p>L'étude mécanique d'un système peut être l'occasion d'utiliser les diagrammes objet-interaction.</p> <p>Expérimenter des situations d'équilibre statique (balance, ressort, muscle).</p> <p>L'étude de la loi de gravitation est l'occasion d'aborder qualitativement la notion d'interaction.</p> <p>Pesanteur sur Terre et sur la Lune, différence entre poids et masse (unités). L'impesanteur n'est abordée que qualitativement.</p>

## Repères de progressivité extraits du programme de cycle

L'étude d'un mouvement a commencé au cycle 3 et les élèves ont appris à caractériser la vitesse d'un objet par une valeur. Le concept de vitesse est réinvesti et approfondi dès le début du cycle 4 en introduisant les caractéristiques direction et sens. Les notions de mouvement et vitesse sont régulièrement mobilisées au cycle 4 dans les différentes parties du programme comme « Décrire l'organisation de la matière dans l'Univers » et « Des signaux pour observer et communiquer ».

Que ce soit dans des situations d'objets en mouvement ou au repos, la notion d'interaction de contact ou à distance peut être abordée de manière descriptive dès le début du cycle 4. Progressivement et si possible dès la classe de 4e, ces interactions sont modélisées par la notion de force caractérisée par une valeur, une direction, un sens.

En fin de cycle 4, un élève sait exploiter l'expression de la force de gravitation universelle quand son expression lui est donnée et la relation  $P = mg$  tant au niveau expérimental que sur le plan formel. La progressivité des apprentissages peut être articulée avec celle du programme de mathématiques dans les parties « Utiliser le calcul littéral » (thème A) et « Résoudre des problèmes de proportionnalité » (thème B). »

## Mouvement et interactions Caractériser un mouvement

### Ce qui est travaillé au cycle 3

Au cycle 3, on appréhende la notion de mouvement par une première approche de la vitesse (unités et protocole simple pour l'évaluer) et de la trajectoire. Il s'agit notamment d'identifier les différences entre les mouvements circulaires ou rectilignes et d'aborder, dans le cas du mouvement rectiligne, la notion de variation de vitesse (accélération, décélération).

### Les sauts conceptuels au cycle 4

Au cycle 4, on stabilise l'algorithme de calcul d'une vitesse et sa modélisation mathématique en énonçant la **relation entre vitesse, distance parcourue et durée de parcours** dans le cas d'un mouvement uniforme. Cette relation sera réinvestie dans les thèmes « organisation et transformation de la matière » et « des signaux pour observer et communiquer » dans le cas de la propagation de la lumière et du son.

En termes de progressivité, compte tenu des repères de mathématiques, la relation entre vitesse, distance parcourue et durée de parcours pourra être utilisée dès la classe de cinquième pour calculer une vitesse, mais une exploitation plus poussée ne pourra pas être proposée avant la classe de quatrième (notion d'inconnue). La notion de **variabilité de la vitesse (en module ou en direction)** est abordée dans d'autres cas que le mouvement rectiligne.

Au cycle 4, on sensibilise l'élève à la **relativité du mouvement** (au sens galiléen du terme) dans des cas simples. Les mouvements des astres sont un support de travail possible, mais tout autre support suffisamment explicite est envisageable. Cette étude peut être placée à différents endroits dans le cycle. Selon le niveau où elle est placée, elle permettra de réinvestir un certain nombre de notions déjà construites.

5 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>
<p>Caractériser le mouvement d'un objet.</p> <p>Mouvements rectilignes et circulaires Mouvements uniformes et mouvements dont la vitesse varie au cours du temps en valeur (mouvement non obligatoirement rectiligne).</p> <div style="background-color: #d9d9e9; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>Il est possible d'introduire la relation <math>v=d/t</math> comme un algorithme de calcul si l'on donne <math>d</math> et <math>t</math>. En revanche, la notion d'inconnue n'étant pas stabilisée en mathématiques en 5<sup>e</sup>, on ne peut pas attendre de déduire <math>d</math> ou <math>t</math> si l'on donne les deux autres grandeurs.</p> </div>	<p>Utiliser la relation liant vitesse, distance et durée dans le cas d'un mouvement uniforme.</p> <p>Vitesse : direction, sens et valeur.</p> <p>Mouvements uniformes et mouvements dont la vitesse varie au cours du temps en valeur ou en direction.</p> <div style="background-color: #d9d9e9; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>La notion de vecteur vitesse relevant du lycée, il s'agit de montrer par exemple que dans le cas du mouvement circulaire uniforme la vitesse ne varie pas en valeur, mais en direction (elle « suit » l'objet).</p> </div>	<p>Relativité du mouvement dans des cas simples.</p> <div style="background-color: #d9d9e9; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>Cette notion permet de réinvestir les connaissances acquises sur les mouvements. Elle peut être abordée avant la classe de troisième. L'enseignant fera le choix de la place à lui affecter de façon à équilibrer les volumes des progressions choisies dans les différentes années du cycle.</p> </div>

Mouvement et interactions  
**Modéliser une interaction par une force caractérisée par un point d'application,  
une direction, un sens et une valeur**

**Ce qui est visé dans ce domaine au cycle 4**

Au cycle 4, on modélise une action exercée sur un objet par une **force (direction, sens et valeur)**. En termes de progressivité, il est possible d'introduire la notion d'action de contact et d'action à distance dès la classe de cinquième dans le cas de la variation du mouvement (changement de vitesse ou de direction). En classe de quatrième, on peut par exemple se focaliser sur l'action à distance que la Terre exerce sur un objet à son voisinage et aborder le poids, la notion de force étant généralisée en troisième. Le diagramme objet-interactions est un outil que l'on peut utiliser dès la cinquième.

5 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>
<p>Distinction entre action de contact et action à distance<sup>13</sup>.</p> <p>La mise en mouvement et la modification de trajectoire peuvent être abordées lors de l'étude des interactions.</p>	<p>Aucun attendu n'est fixé en fin de cycle sur la notion de point d'application d'une force.</p> <p>Force<sup>14</sup> de pesanteur (direction, sens et valeur) et son expression : <math>P = m \cdot g</math></p> <p>On peut réinvestir les actions de contact et à distance en les situant au niveau de l'action que la Terre exerce à distance sur un objet placé à son voisinage. On peut associer cette action à la force de pesanteur dont on précise le sens, la direction et la valeur par la mesure et/ou le calcul.</p>	<p>Associer la notion d'action à la notion de forces (généralisation).</p> <p>Identifier les actions mises en jeu (de contact ou à distance) et les modéliser par des forces</p> <p>Force : direction, sens et valeur.</p> <p>Exploiter l'expression littérale scalaire de la loi de gravitation universelle, la loi étant fournie.</p> <p>C'est l'occasion de revenir sur la force de pesanteur<sup>15</sup> et d'accéder à sa valeur pour un objet au voisinage d'une planète différente de la Terre.</p>

<sup>13</sup> On ne parle pas de force à ce niveau.

<sup>14</sup> La généralisation de la notion de force pourra être abordée en troisième.

<sup>15</sup> L'expression du champ de pesanteur en fonction du rayon d'une planète (Terre ou autre) n'est pas un attendu de fin de cycle.

## Partie du programme : l'énergie, ses transferts et ses conversions

### Attendus de fin de cycle

- »» Identifier les sources, les transferts, les conversions et les formes d'énergie.
- »» Utiliser la conservation de l'énergie.
- »» Réaliser des circuits électriques simples et exploiter les lois de l'électricité.

### Connaissances et compétences associées sur le cycle (rappel du programme)

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et d'outils pour l'élève
<b>Identifier les sources, les transferts, les conversions et les formes d'énergie</b> <b>Utiliser la conservation de l'énergie</b>	
<p>Identifier les différentes formes d'énergie.</p> <p>Identifier un dispositif de conversion d'énergie dont le fonctionnement s'accompagne d'une émission de dioxyde de carbone.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cinétique (relation <math>E_c = \frac{1}{2}.m.v^2</math>), potentielle (dépendant de la position), thermique, électrique, chimique, nucléaire, lumineuse.</li> </ul> <p>Identifier les sources, les transferts et les conversions d'énergie.</p> <p>Établir un bilan énergétique pour un système simple.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sources.</li> <li>• Transferts.</li> <li>• Conversion d'une forme d'énergie en une autre.</li> <li>• Conservation de l'énergie.</li> <li>• Unités d'énergie.</li> </ul> <p>Analyser une situation où, pour un système donné, les valeurs des transferts d'énergie entrants et sortants sont différentes.</p> <p>Utiliser la relation liant puissance, énergie et durée.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Notion de puissance</li> </ul>	<p>Les supports d'enseignement gagnent à relever de systèmes ou de situations de la vie courante.</p> <p>Les activités proposées permettent de différencier transferts et conversions d'énergie et de souligner que toutes les formes d'énergie ne sont pas équivalentes ni également utilisables.</p> <p>Ce thème permet d'aborder un vocabulaire scientifique visant à clarifier les termes souvent rencontrés dans la vie courante : chaleur, production, pertes, consommation, gaspillage, économie d'énergie, stockage d'énergie, énergies dites renouvelables.</p> <p>Ce thème fournit l'occasion d'analyser un bilan qualitatif d'énergie pour le système Terre-atmosphère.</p>
<p>Associer l'émission et l'absorption d'un rayonnement à un transfert d'énergie.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rayonnement émis par un objet.</li> <li>• Absorption d'un rayonnement par un objet.</li> <li>• Transfert d'énergie par rayonnement.</li> <li>• Absorption du rayonnement terrestre par les gaz à effet de serre</li> </ul>	<p>L'étude privilégie des situations concrètes : chauffage par absorption d'un rayonnement, images thermographiques (images satellitaires, d'habitations, d'objets de la vie quotidienne, d'êtres vivants...)</p>
<b>Réaliser des circuits électriques simples et exploiter les lois de l'électricité</b>	
<p>Élaborer et mettre en œuvre un protocole expérimental simple visant à réaliser un circuit électrique répondant à un cahier des charges ou à vérifier une loi de l'électricité.</p> <p>Exploiter les lois de l'électricité.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dipôles en série, dipôles en dérivation.</li> <li>• L'intensité du courant électrique est la même en tout point d'un circuit qui ne compte que des dipôles en série.</li> <li>• Loi d'additivité des tensions (circuit à une seule maille).</li> <li>• Loi d'additivité des intensités (circuit à deux mailles).</li> <li>• Relation tension-courant : loi d'Ohm.</li> </ul> <p>Mettre en relation les lois de l'électricité et les règles de sécurité dans ce domaine.</p>	<p>Les exemples de circuits électriques privilégient les dispositifs rencontrés dans la vie courante : automobile, appareils portatifs, installations et appareils domestiques.</p> <p>Les activités proposées permettent de sensibiliser les élèves aux enjeux d'économies d'énergie (éclairage, chauffage...) pour développer des comportements responsables et citoyens.</p> <p>L'évaluation d'un coût énergétique associé à une utilisation du numérique en est également une illustration pertinente. Cette thématique fournit l'occasion de présenter des dispositifs permettant de</p>

<p>Conduire un calcul de consommation d'énergie électrique relatif à une situation de la vie courante.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Puissance électrique <math>P = U \cdot I</math></li> <li>• Relation liant l'énergie, la puissance électrique et la durée</li> </ul>	<p>convertir de l'énergie électrique dans un objectif de stockage.</p>
---	--

## Repères de progressivité extraits du programme de cycle

La notion d'énergie est présente dans d'autres thèmes du programme de physique-chimie et d'autres disciplines ; les chaînes d'énergie sont notamment étudiées en technologie. Il est donc souhaitable de veiller à une bonne articulation entre les différentes approches disciplinaires de l'énergie pour construire efficacement ce concept.

L'étude du thème de l'énergie gagne à être présente chaque année. La classe de 5e est l'occasion de revenir sur les attendus du cycle 3 concernant les sources et les conversions de l'énergie. Progressivement, au cycle 4, les élèves font la différence entre sources, formes, transferts et conversions et se construisent ainsi une idée cohérente du délicat concept d'énergie. La comparaison d'ordres de grandeur d'énergies ou de puissances produites ou consommées par des dispositifs peut être introduite dès la classe de 5e. La pleine maîtrise de la relation entre puissance et énergie est un objectif de fin de cycle. Elle s'acquiert en s'appuyant sur des exemples de complexité croissante.

L'expression littérale de l'énergie cinétique peut être réservée à la classe de 3e. La pleine maîtrise de la notion de conservation de l'énergie est également un objectif de fin de cycle.

Le thème de l'électricité, abordé au cycle 2, ne fait pas l'objet d'un apprentissage spécifique au cycle 3. Certains aspects auront pu être abordés par les élèves au travers de l'étude d'une chaîne d'énergie simple ou du fonctionnement d'un objet technique. Dès la classe de 5e, la mise en œuvre de circuits simples visant à réaliser des fonctions précises est recommandée. L'étude des propriétés du courant électrique et de la tension peut être abordée dès la classe de 5e notamment pour prendre en compte les représentations des élèves. En 4e et en 3e, elle sera reprise avec le formalisme requis.

**En classes de 4e et de 3e, les différentes lois de l'électricité peuvent être abordées sans qu'un ordre précis s'impose dans la mesure où la progression choisie reste cohérente.**

Les aspects énergétiques peuvent être réservés à la classe de 3e.

### L'énergie, ses transferts et ses conversions Identifier les sources, les transferts, les conversions et les formes d'énergie Utiliser la conservation de l'énergie

#### Ce qui est travaillé au cycle 3

Au cycle 3, l'élève prend conscience que l'être humain a besoin d'énergie dans sa vie quotidienne. Il identifie des sources et des formes d'énergie et apprend à reconnaître des situations où l'énergie est stockée, transformée et utilisée. On l'amène à identifier les éléments d'une chaîne domestique simple et on le sensibilise à des dispositifs visant à économiser l'énergie. La notion d'énergie renouvelable est également abordée.

#### Les sauts conceptuels au cycle 4

L'étude de l'énergie au cycle 4 peut constituer un fil d'Ariane que l'on va suivre au cours de différents autres thèmes. C'est le cas pour l'électricité et pour le mouvement. C'est aussi le cas pour les transformations de la matière et les transformations chimiques ou les signaux. Au cycle 4, on réinvestit les acquis du cycle 3 et l'on va plus loin en abordant la **conservation de l'énergie** et la modélisation mathématique de la **relation entre énergie, puissance et durée**, de la **puissance électrique** (en régime continu) et de l'**énergie cinétique** d'un objet en mouvement (sous-entendu de translation). La relation permettant de calculer l'énergie potentielle de pesanteur (énergie de position) n'est pas un attendu en fin de cycle, mais pourra être mise en lien avec la conversion d'énergie au cours du mouvement. En termes de progressivité, la conservation de l'énergie peut être réservée à la classe de troisième. Il est possible en revanche d'aborder la relation entre énergie, puissance et durée plus tôt. Le diagramme énergétique est un outil que l'on peut utiliser dès la cinquième.

5 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>
L'énergie cinétique n'est pas modélisable à ce niveau en raison de l'absence de ressources mathématiques.		Identifier les différentes formes d'énergie (thermique, électrique, chimique, lumineuse, cinétique, potentielle).
Identifier les différentes formes d'énergie (thermique, électrique, lumineuse).	Identifier les différentes formes d'énergie (thermique, électrique, lumineuse, chimique).	
Identifier les sources, les transferts et les conversions d'énergie.	Identifier un dispositif de conversion d'énergie dont le fonctionnement s'accompagne d'une émission de dioxyde de carbone.	La notion d'énergie chimique permet de réinvestir les connaissances acquises sur les mélanges (exemples de dissolutions exo ou endothermiques) et sur les transformations chimiques.
Associer l'émission et l'absorption d'un rayonnement à un transfert d'énergie : rayonnement émis par un objet, absorption d'un rayonnement par un objet.	Les combustions permettent de plus une première approche de l'énergie chimique.	Le support des piles électrochimiques est envisageable, mais aucun attendu de fin de cycle n'est visé dans ce domaine.
Ce transfert d'énergie peut être en 5 <sup>ème</sup> associé à une élévation de température.	Établir un bilan énergétique pour un système simple (sources, transferts, conversion d'un type d'énergie en un autre, unités d'énergie).	Établir un bilan énergétique pour un système simple.
Notion de puissance <sup>16</sup> .	Relation liant l'énergie, la puissance électrique et la durée.	Conservation de l'énergie.
		Analyser une situation où, pour un système donné, les valeurs des transferts d'énergie entrant et sortant sont différentes.
		Transfert d'énergie par rayonnement : absorption du rayonnement terrestre par les gaz à effet de serre.
		L'analyse de la modélisation de l'effet de serre en termes de transferts entrants et sortants peut être un support quantitatif pertinent.
		Utiliser la relation liant puissance, énergie et durée.
		Le travail sur l'énergie cinétique permet de réinvestir les connaissances acquises sur les mouvements.
		L'approche expérimentale de la modélisation mathématique de l'énergie cinétique est envisageable.
		La conversion énergie cinétique-énergie potentielle de position est également concevable.

<sup>16</sup> L'approche est qualitative : le lien entre la puissance et l'énergie est abordé au travers d'objets électriques du quotidien (par exemple : lampe, radiateur électrique...). Deux objets électriques de puissances différentes fonctionnant sur la même durée n'auront pas le même impact sur la facture d'électricité.



## Réaliser des circuits électriques simples et exploiter les lois de l'électricité

### Ce qui est travaillé au cycle 2

Ce thème n'est pratiquement pas représenté au cycle 3. C'est surtout en cycle 2 que l'électricité est abordée à partir du comportement de la matière vis-à-vis du courant électrique et de la façon dont certains objets sont alimentés (pile ou secteur).

### Les sauts conceptuels au cycle 4

Au cycle 4, on structure la **notion de circuit électrique** et l'on rencontre les **associations de dipôles en série et dérivation**. On introduit les grandeurs **intensité et tension électriques** et les **lois d'unicité et d'additivités** correspondantes. L'interdépendance de ces deux grandeurs est abordée par la **loi d'Ohm**. Le domaine des circuits électriques était un de ceux qui étaient les plus « spiralés » dans les anciens programmes. Il paraît donc logique que la progression dans le cycle puisse reprendre un certain nombre de choix qui avaient été faits alors, même s'il est tout à fait possible, comme les repères de progressivité le précisent, d'aborder les lois en quatrième et/ou en troisième. Aucun attendu de fin de cycle n'est lié aux circuits en régime alternatif.

5<sup>e</sup>

4<sup>e</sup>

3<sup>e</sup>

Les attendus ne portent que sur les circuits en régime continu.

L'étude du comportement des circuits reste essentiellement qualitative.

Élaborer et mettre en œuvre un protocole expérimental simple visant à réaliser un circuit électrique répondant à un cahier des charges simple.

Dipôles en série, dipôles en dérivation.

Une première utilisation du voltmètre pour distinguer dipôle récepteur et générateur par la mesure d'une tension à vide est possible. De même une première utilisation de l'ampèremètre permet par exemple de travailler autour de la conception dite de « l'usure » du courant en montrant que le courant électrique est associé à une grandeur<sup>17</sup>.

Élaborer et mettre en œuvre un protocole expérimental simple visant à réaliser un circuit électrique répondant à un cahier des charges simple ou à vérifier une loi de l'électricité.

Le travail sur les lois de l'électricité permet de réinvestir les connaissances acquises sur les circuits électriques.

Exploiter les lois de l'électricité

Loi d'additivité des tensions (circuit à une seule maille).

L'intensité du courant électrique est la même en tout point d'un circuit qui ne compte que des dipôles en série

Loi d'additivité des intensités (circuits à deux mailles)

Influence d'une résistance sur le comportement d'un circuit<sup>18</sup>.

La notion de courant électrique met en relief de nombreuses représentations erronées chez l'élève. Aborder l'intensité **avant** la tension électrique peut induire l'idée que la tension est due au courant électrique. Privilégier une approche globale des circuits (aborder tension et intensité dans le même contexte) contribue fortement à les faire évoluer

Mettre en relation les lois de l'électricité et les règles de sécurité dans le domaine de l'électricité.

Relation tension-courant : loi d'Ohm.

La loi d'ohm peut être abordée avant la classe de troisième. L'enseignant fera le choix de la place à lui affecter de façon à équilibrer les volumes des progressions choisies dans les différentes années du cycle.

Le support des piles électrochimiques est envisageable, mais aucun attendu de fin de cycle n'est visé dans ce domaine.

Relation liant l'énergie, la puissance électrique et la durée.

Puissance électrique  $P = U.I$

Conduire un calcul de consommation d'énergie électrique relatif à une situation de la vie courante.

Le travail sur l'énergie électrique permet de réinvestir les connaissances acquises sur les circuits électriques et les lois associées.

<sup>17</sup> Il serait en revanche prématuré de travailler sur les lois des circuits en cinquième.

<sup>18</sup> Cette étude ne débouche pas obligatoirement sur la loi d'Ohm, mais permet de réinvestir les mesures électriques d'intensité et de tension.

## Partie du programme : des signaux pour observer et communiquer

### Attendus de fin de cycle

- »» Caractériser différents types de signaux (lumineux, sonores, radio...).
- »» Utiliser les propriétés de ces signaux.

### Connaissances et compétences associées sur le cycle (rappel du programme)

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et d'outils pour l'élève
<b>Signaux lumineux</b>  Distinguer une source primaire (objet lumineux) d'un objet diffusant.  Exploiter expérimentalement la propagation rectiligne de la lumière dans le vide et le modèle du rayon lumineux.  Utiliser l'unité « année-lumière » comme unité de distance. <ul style="list-style-type: none"><li>• Lumière : sources, propagation, vitesse de propagation, année-lumière.</li><li>• Modèle du rayon lumineux.</li></ul>	  L'exploitation de la propagation rectiligne de la lumière dans le vide et le modèle du rayon lumineux peut conduire à travailler sur les ombres, la réflexion et des mesures de distance.  Les activités proposées permettent de sensibiliser les élèves aux risques d'emploi des sources lumineuses (laser par exemple).
<b>Signaux sonores</b>  Décrire les conditions de propagation d'un son.  Relier la distance parcourue par un son à la durée de propagation. <ul style="list-style-type: none"><li>• Vitesse de propagation.</li><li>• Notion de fréquence : sons audibles, infrasons et ultrasons.</li></ul>	  Les exemples abordés privilégient les phénomènes naturels et les dispositifs concrets : tonnerre, sonar...  Les activités proposées permettent de sensibiliser les élèves aux risques auditifs.

### Repères de progressivité extraits du programme de cycle

À la fin du cycle 3, les élèves savent identifier un signal lumineux ou sonore et lui associer une information simple binaire. Au cycle 4, il s'agit d'enrichir les notions en introduisant les signaux et les informations analogiques permettant d'en caractériser une plus grande variété. Chaque situation mettant en œuvre une mesure sera l'occasion d'enrichir l'association signal-information en montrant comment l'exploitation d'un signal permet d'en extraire de l'information. C'est aussi l'occasion d'utiliser la relation entre distance, vitesse et durée (en introduction ou en réinvestissement si elle a été vue dans la partie « Mouvement et interactions »).

La maîtrise de la notion de fréquence est un objectif de fin de cycle.

Cet enrichissement peut être conçu en articulation avec la partie « Analyser le fonctionnement et la structure d'un objet » du programme de technologie qui introduit les notions de nature d'un signal et d'une information.

Des signaux pour observer et communiquer  
**Caractériser différents types de signaux et utiliser leurs propriétés**

**Ce qui est travaillé au cycle 3**

Au cycle 3, on distingue le signal (sons, lumière, radio...) comme une grandeur physique transportant une information (binaire) en prenant appui sur des exemples de la vie de tous les jours.

**Les sauts conceptuels au cycle 4**

Au cycle 4, on travaille à partir de la lumière et du son. On structure la notion de **sources de lumière** et de **propagation**. Le modèle du **rayon lumineux** est introduit et utilisé dans différentes situations. De manière générale on structure l'idée que son et lumière permettent d'émettre et de transporter une information, directement (réception de la lumière par l'œil et du son par l'oreille) ou indirectement : la notion de **vitesse** de propagation permet de faire le lien avec la partie « mouvement et interactions » et de montrer que par ce biais, on peut accéder par exemple à une distance inconnue. C'est aussi l'occasion de travailler sur les risques visuels et auditifs. Au cycle 4, on aborde également la notion de spectre en fréquence du son.

5 <sup>e</sup>	4 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>
<p>Distinguer une source primaire (objet lumineux) d'un objet diffusant.</p> <p>Modèle du rayon lumineux. Lumière : sources, propagation rectiligne.</p> <p><i>Exploiter expérimentalement la propagation rectiligne de la lumière dans le vide et le modèle du rayon lumineux.</i></p> <p>Le modèle du rayon lumineux appelle implicitement l'étude des conditions de visibilité.</p>	<p>Vitesse de propagation (lumière et son).</p> <p>Décrire les conditions de propagation d'un son.</p> <p>L'étude des conditions de propagation du son peut être abordée en cinquième. L'enseignant fera le choix de la place à lui affecter de façon à équilibrer les volumes des progressions choisies dans les différentes années du cycle.</p> <p>Relier la distance parcourue par un son à la durée de propagation.</p> <p>Utiliser l'unité « année-lumière » comme unité de distance.</p>	<p>Notion de fréquence : sons audibles, infrasons et ultrasons.</p> <p>Sans entrer dans la formalisation de la notion de fréquence pour un rayonnement, l'étude des rayonnements dans le cadre de l'effet de serre dans la partie « l'énergie, ses conversions et ses transferts » permet d'expliquer qu'un rayonnement est une « lumière » que l'œil humain ne peut pas percevoir, comme certains sons que l'oreille humaine ne peut pas percevoir.</p> <p>On pourra revenir sur les conditions de propagation du son et montrer que contrairement au son la lumière (et par extension un rayonnement) peut se propager dans le vide.</p>

## Des notions implicites du programme porteuses en termes d'apprentissage

La rédaction du programme ne mentionne pas un certain nombre d'éléments qui, bien que **non exigibles en fin de cycle**, mais reliés à des compétences en lien avec les domaines du socle commun, permettent de créer des activités porteuses de sens. C'est le cas notamment de la schématisation des circuits électriques qui est une belle illustration de « pratiquer des langages » en utilisant un code propre à la physique chimie. Le tableau ci-dessous dresse quelques pistes que l'enseignant pourra intégrer dans sa programmation, dans le cadre de sa liberté pédagogique.

Notions implicites susceptibles d'être travaillées	Capacités expérimentales implicites susceptibles d'être mobilisées
<b>Organisation et transformations de la matière</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>. Vocabulaire associé aux transformations (physiques et chimiques), aux mélanges<sup>19</sup></li><li>. Cycle de l'eau</li><li>. Palier de température lors du changement d'état d'un corps pur sous pression constante</li><li>. Effet de la pression extérieure sur la température d'ébullition</li><li>. Interpréter au niveau microscopique les états, solide, liquide et gazeux</li><li>. Conservation de la masse lors d'une dissolution</li><li>. Dilution, effet sur le pH</li><li>. Combustions</li><li>. Aspect énergétique de certaines transformations (physiques et/ou chimiques)</li><li>. Pression atmosphérique</li><li>. Évolution historique du modèle atomique</li><li>. Numéro atomique, isotope</li><li>. Parsec</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>. Mesurer une température</li><li>. Mesurer une masse, un volume</li><li>. Réaliser une filtration, une distillation, une décantation</li><li>. Récupérer un gaz par déplacement d'eau</li><li>. Utilisation possible sonde O<sub>2</sub> et/ou CO<sub>2</sub></li><li>. Manipuler des modèles moléculaires (compact, éclaté)</li><li>. Réaliser des tests d'identification d'espèces chimiques<sup>20</sup></li><li>. Suivre, en respectant les règles de sécurité, le protocole de synthèse d'une espèce chimique<sup>21</sup></li><li>. Mesurer une pression</li><li>. Exploiter graphiquement des mesures expérimentales.</li></ul>
<b>Mouvement et interactions</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>. Vocabulaire associé aux mouvements<sup>22</sup></li><li>. Recensement des interactions associées à un objet en utilisant un diagramme « objet-interaction »</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>. Mesurer une distance, une durée</li><li>. Exploiter une chronophotographie et/ou un logiciel de décomposition vidéo</li><li>. Mesurer la valeur d'une force avec un dynamomètre</li><li>. Expérimenter des actions induisant la mise en mouvement.</li></ul>

<sup>19</sup> Fusion, solidification, liquéfaction, vaporisation, réactif, produit, solvant, soluté, solution, saturation, distillat, filtrat, sels minéraux ...

<sup>20</sup> Tests d'identifications de l'eau, des ions (tests de précipitation « classique » - ions métalliques, chlorure ...-, voire test de la couleur de flamme) dans le respect des consignes de sécurité appropriées), des gaz usuels (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>).

<sup>21</sup> Synthèse d'un arôme, d'un savon, du nylon ... Attention, toutes les synthèses proposées doivent être réalisées dans les conditions de sécurité adaptées (verrerie adaptée, port des équipements de protection individuels ...).

<sup>22</sup> Trajectoire, mouvement uniforme, accéléré et décéléré, référentiel (objet de référence).

## L'énergie et ses conservations

- . Représentation d'une chaîne énergétique
- . Énergies dites renouvelables
- . Schéma normalisé d'un circuit électrique
- . Les dangers liés au courant électrique (sur le matériel et les personnes) et les protections associées
- . Différences de comportement entre la tension électrique du secteur et celle délivrée par un générateur de tension stabilisée ou une pile<sup>23</sup>
- . Rôle d'un alternateur dans la chaîne de production électrique
- Notion de rayonnement : « lumière » visible ou invisible pour l'œil humain

Mesurer une tension électrique, l'intensité d'un courant électrique, la résistance d'un conducteur ohmique

## Des signaux pour observer et communiquer

- . Conditions de visibilité d'un objet
- . Ombre, pénombre
- . Réflexion, transmission de la lumière à l'interface de deux milieux<sup>24</sup>
- . Sources de lumières colorées, décomposition de la lumière blanche
- . Spectres des rayonnements électromagnétiques<sup>25</sup>
- . Conditions de réception d'un son par un dispositif sensible (oreille, microphone ...)
- . Spectre en fréquence d'un son<sup>26</sup>

- . Utiliser des sources lumineuses dans le respect des conditions de sécurité
- . Explorer expérimentalement la propagation d'un son voire de la lumière.

<sup>23</sup> Il est possible de travailler sur le signal périodique (lien entre période et fréquence), la relation  $T=1/f$  n'étant pas exigible en fin de cycle.

<sup>24</sup> L'étude quantitative de la réfraction relève du programme du lycée.

<sup>25</sup> Il s'agit de situer le domaine visible dans un champ plus large. Pour être dans la même approche que celle des sons, nous conseillons de les différencier par leur fréquence, mais ce n'est pas un attendu de fin de cycle. La notion de longueur d'onde relevant du lycée.

<sup>26</sup> Il est possible de réaliser une analyse fréquentielle d'un son (pur ou complexe) sans recourir à la notion de période. La notion de fréquence fondamentale et d'harmoniques relève du lycée.

## Des pistes de contextualisation

Passer d'une progression dans le cycle à une programmation annuelle est un enjeu important pour planifier la mise en activité de l'élève dans les enseignements communs ou les enseignements complémentaires, en particulier les EPI. La contextualisation des apprentissages entre dans cette réflexion. Les pistes thématiques qui suivent ne sont pas exhaustives. Elles ont pour objectif de permettre à l'enseignant de construire de petits parcours d'apprentissage autour d'une problématique et de mettre en évidence des questionnements qui impliqueront une feuille de route pour plusieurs séances, les contenus disciplinaires développés étant quelques-uns des éléments de réponse. L'entrée dans un thème par le biais de documents de différents types (textes, vidéos...) sera l'occasion de travailler des compétences de littératie entrant complètement dans le domaine transversal des langues.

Fils rouges	Liens avec quelques contenus du programme
<b>Observer le « ciel »</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Hors atmosphère :</b> Les phases de la Lune, les éclipses Les saisons et les marées Le mouvement apparent des astres, le zodiaque Les météorites L'assistance gravitationnelle Les satellites « Voir loin, c'est voir dans le passé » Les signaux venus de l'espace Histoire des représentations de l'univers Les observations de Galilée Les premiers pas de l'homme sur la Lune</li><li>• <b>Au sein de l'atmosphère</b> Le ballon météorologique Les orages, les arcs-en-ciel</li></ul>	Structure de l'univers et du système solaire Matière dans l'univers Unités de distance Mouvements circulaires Relativité du mouvement Interactions Loi de gravitation universelle Signaux lumineux et signaux sonores Signal et information
<b>Le changement climatique<sup>27</sup></b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Le « réchauffement » de la Terre</b> Utilisation des données d'une station météo Fonte des glaciers terrestres, étude d'un iceberg L'élévation du niveau de la mer L'évolution de la composition de l'atmosphère L'effet de serre</li><li>• <b>Limiter les émissions de gaz à effet de serre</b> Énergies fossiles et énergies renouvelables Les modes de production de l'électricité Le moteur à combustion</li></ul>	Changements d'état Composition de l'air Transfert d'énergie par rayonnement Bilan énergétique pour un système simple Différentes formes d'énergie Transformations chimiques
<b>La pollution dans notre environnement<sup>27</sup></b> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Les déchets de l'activité humaine</b> Le recyclage des matériaux Incinération, méthanisation</li><li>• <b>Les polluants dans l'air :</b> Étude de la combustion des ressources fossiles Les pluies acides Les composés organiques volatils (COV) dans les maisons</li><li>• <b>Les polluants dans l'eau</b> Les marées noires Que révèle une analyse d'eau ?</li></ul>	Changements d'état Masse volumique Transformations chimiques Mélanges

<sup>27</sup> Voir la partie spécifique sur le changement climatique pages 25,26 et 27

## L'habitat

- **L'alimentation en électricité**

Le réseau électrique de la maison à partir du tableau électrique

La facture d'électricité

Les modes de production de l'électricité

- **Le circuit d'eau domestique**

Pourquoi paye-t-on l'eau ?

Évacuation des eaux pluviales

- **Se chauffer**

Le diagnostic de performance énergétique

Les différents modes de chauffage domestique

- **La communication dans la maison**

Wifi, Bluetooth

- **La maison à énergie positive**

L'orientation de la maison

Les matériaux de construction et leurs propriétés

Peut-on produire plus d'énergie qu'on en consomme ?

## Préserver sa santé

- **S'alimenter**

Les boissons

Le degré d'alcool d'une boisson alcoolisée

Les oligoéléments

La digestion

- **Protéger sa vue et son ouïe**

Risques liés aux sources lumineuses

Les défauts de la vision

Les protections auditives

Les instruments de musique

- **Les risques domestiques**

La sécurité électrique

Les incompatibilités de produits domestiques

## Se déplacer

- **La sécurité routière**

Les interactions entre la route et la voiture

Le GPS

- **La voiture du futur**

L'impact des moteurs à essence sur l'environnement

La voiture électrique, zéro émission de CO<sub>2</sub> ?

Quels matériaux de construction pour la voiture du futur ?

- **Le scooter**

L'éclairage du scooter, le voyant de jauge batterie, les fusibles...

Les formes d'énergies mises en jeu dans le scooter

Le mouvement du scooter

## Le sport

- **Les boissons énergétiques**

- **Analyser différentes situations de pratiques sportives**

Sports de balles et ballons

Sports de vitesses (natation, course...)

Circuits électriques

Puissance électrique

Bilan énergétique d'un système simple

Différentes formes d'énergie

Transformations chimiques

Mélanges

Signal et information

Signaux lumineux

Mélanges

Masse volumique

Molécules, atomes, ions

Transformations chimiques

Signaux lumineux et signaux sonores

Interactions

Mouvements rectiligne et circulaire

Mouvement uniforme ou dont la vitesse varie

Signal et information

Transformations chimiques

Masse volumique

Lois des circuits électriques

Formes et les conversions d'énergie

Différents types de mouvement

Interactions et forces

Mélanges

## Science et cinéma

- **Découverte du cinéma**

De la plaque photo à l'objet animée  
La chronophotographie

- **Des situations fictives à explorer**

Peut-on voir un faisceau laser ?  
Peut-on entendre un son dans l'espace ?  
Peut-on faire du feu dans l'espace ?  
Combien de temps faut-il pour sortir de notre galaxie ?

## Coloniser une nouvelle planète

- **Qu'est-ce qui pourrait nous faire quitter la Terre ?**

La montée des eaux  
Le réchauffement global  
La pollution de l'air et de l'eau

- **Comment partir ?**

Vaincre l'attraction terrestre  
Le mouvement de la fusée dans l'espace

- **Où partir ?**

Une planète accessible en distance  
Une planète avec des conditions d'accueil similaire à celle de la Terre  
La communication entre le vaisseau et la Planète ou la Terre

- **S'installer sur la planète**

Construire son habitat  
Alimenter son habitat en énergie

## Les produits du quotidien

- **Les produits alimentaires**

Les produits acides et basiques  
La chimie et la cuisine  
Les eaux de boissons

- **Les produits ménagers**

L'entretien de la maison  
L'incompatibilité de certains produits

- **Les produits cosmétiques**

Lotions ou crèmes : les émulsions  
Le respect du pH de la peau

Mouvement et relativité du mouvement  
Transformations chimiques  
Signaux lumineux et signaux sonores  
Signal et information  
Formes et conversions d'énergie  
Matière dans l'univers

Etats et transformations de la matière  
Transformations chimiques  
Description de la structure de l'univers  
Les différents types de mouvement  
Interactions et force  
Signal et information  
Les signaux lumineux et sonores

Mélanges  
Changements d'état  
Transformations chimiques



## Changement climatique, transition énergétique, développement durable, biodiversité : une lecture envisageable dans les programmes de physiques chimie

Le tableau suivant répertorie, de manière non exhaustive, des éléments d'appui pour prendre en compte la problématique du changement climatique dans l'enseignement de physique-chimie.

Éléments du programme	Pistes d'exploitation pour les élèves	Piste de liens pour aider à l'exploitation du programme	Descriptif succinct des liens
<b>Organisation et transformations de la matière</b>			
Décrire la constitution et les états de la matière. Masse volumique : relation $m=p.V$ , influence de la température.	La variation de la masse volumique avec la température permet d'aborder une cause de l'élévation du niveau des mers et océans en lien avec le réchauffement climatique.	<a href="http://education.meteofrance.fr/dossiers-thematiques/l-evolution-du-climat/les-travaux-pour-comprendre-et-anticiper-le-changement-climatique">http://education.meteofrance.fr/dossiers-thematiques/l-evolution-du-climat/les-travaux-pour-comprendre-et-anticiper-le-changement-climatique</a>	Site de Météo France dédié à l'éducation, ici <i>au changement climatique</i> .
Concevoir et réaliser des expériences pour caractériser des mélanges.  Solubilité, miscibilité, composition de l'air.	Ces études seront l'occasion d'aborder la dissolution de gaz (notamment celle du CO <sub>2</sub> ) dans l'eau au regard de problématiques liées à la santé et l'environnement.	<a href="http://grainelr.org/sites/default/files/2017_programme_eau.pdf">http://grainelr.org/sites/default/files/2017_programme_eau.pdf</a>	Thématique de l'eau et des questions <i>environnementales</i> dans les programmes d'enseignement.
		<a href="https://sagascience.cnrs.fr/doseau/accueil.html">https://sagascience.cnrs.fr/doseau/accueil.html</a>	Dossiers thématiques consacrés à <i>l'eau</i> .
	Ces études peuvent prendre appui ou illustrer les différentes méthodes de traitement des eaux. (dépollution, purification, désalinisation...). Elles permettent de sensibiliser les élèves au traitement des solutions avant rejet.	<a href="http://culturesciences.chimie.ens.fr/category/eau-51">http://culturesciences.chimie.ens.fr/category/eau-51</a>	
	<a href="https://www.encyclopedie-environnement.org/rubrique/eau/">https://www.encyclopedie-environnement.org/rubrique/eau/</a>	Dossier thématique consacré à <i>l'air</i>	
Identifier les gaz à effet de serre produits lors de transformations chimiques.	Ces différentes transformations chimiques peuvent servir de support pour introduire ou exploiter la notion de transformation chimique dans des contextes variés	<a href="https://www.encyclopedie-environnement.org/rubrique/air/">https://www.encyclopedie-environnement.org/rubrique/air/</a>	Fiches pédagogiques sur les interactions « climat / océan / biodiversité »
		<a href="https://ocean-climate.org/?page_id=13">https://ocean-climate.org/?page_id=13</a>	Une étude de l'impact du confinement sur le <i>climat</i> et les émissions de dioxyde de carbone.
<a href="https://www.lsce.ipsl.fr/Phocea/Vie_des_labos/Fait_marquant/index.php?id_news=6991">https://www.lsce.ipsl.fr/Phocea/Vie_des_labos/Fait_marquant/index.php?id_news=6991</a>			

<p>Combustions dans l'air.</p>	<p>(vie quotidienne, vivant, industrie, santé, environnement). Elles permettent d'aborder des sujets liés à la sécurité, à notre impact sur le climat et l'environnement (émission de gaz à effets de serre, acidification des océans) et de proposer des pistes pour le limiter (ressources d'énergie décarbonée, traitement des déchets, recyclage, captation du dioxyde de carbone). C'est l'occasion de sensibiliser ainsi les élèves à la notion d'empreinte (ou bilan) carbone.</p>	<p><a href="http://www.cea.fr/comprendre/Pages/climat-environnement/essentiel-sur-cycle-carbone.aspx">http://www.cea.fr/comprendre/Pages/climat-environnement/essentiel-sur-cycle-carbone.aspx</a></p> <p><a href="https://www.academie-sciences.fr/pdf/conf/climat2020/Czernichowski_Isabelle.pdf">https://www.academie-sciences.fr/pdf/conf/climat2020/Czernichowski_Isabelle.pdf</a></p>	<p>Autour du « carbone ».</p>
<p>Décrire l'organisation de la matière dans l'Univers.</p> <p>Comparer les ressources terrestres de certains éléments.</p>		<p><a href="https://www.brgm.fr/sites/default/files/dossier-actu_terres-rares.pdf">https://www.brgm.fr/sites/default/files/dossier-actu_terres-rares.pdf</a></p> <p><a href="https://ecoinfo.cnrs.fr/les-terres-rares/">https://ecoinfo.cnrs.fr/les-terres-rares/</a></p> <p><a href="https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-pratique-impacts-smartphone.pdf">https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-pratique-impacts-smartphone.pdf</a></p>	<p>Ressources sur l'exploitation des <b>terres rares</b>.</p> <p>Ressource interrogeant la place des <b>terres rares</b> dans un <i>smartphone</i></p>
<p><b>L'énergie, ses transferts et ses conversions</b></p>			
<p>Identifier les sources, les transferts, les conversions et les formes d'énergie.</p> <p>Utiliser la conservation de l'énergie.</p>	<p>Identifier un dispositif de conversion d'énergie dont le fonctionnement s'accompagne d'une émission de dioxyde de carbone.</p> <p>Analyser une situation où, pour un système donné, les valeurs des transferts d'énergie entrant et sortant sont différentes.</p>	<p><a href="https://www.connaissancedesenergies.org/fiches-pedagogiques-energies">https://www.connaissancedesenergies.org/fiches-pedagogiques-energies</a></p> <p><a href="http://www.cea.fr/comprendre/Pages/energie.aspx">http://www.cea.fr/comprendre/Pages/energie.aspx</a></p> <p><a href="https://www.academie-sciences.fr/pdf/rapport/livret_4.pdf">https://www.academie-sciences.fr/pdf/rapport/livret_4.pdf</a></p>	<p>Ressources pédagogiques autour du concept de «<b>l'énergie</b>».</p>
<p>Réaliser des circuits électriques simples et</p>	<p>Les activités proposées permettent de sensibiliser les élèves aux enjeux d'économies d'énergie (éclairage,</p>	<p><a href="https://www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/jeunes-enseignants/tout-sur-l-energie/produire-de-l-electricite">https://www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/jeunes-enseignants/tout-sur-l-energie/produire-de-l-electricite</a></p>	<p>Ressources EDF autour de la production d'électricité.</p>

exploiter les lois de l'électricité.	chauffage,...) pour développer des comportements responsables et citoyens. L'évaluation d'un coût énergétique associé à une utilisation du numérique en est également une illustration pertinente. Présenter des dispositifs permettant de convertir de l'énergie électrique dans un objectif de stockage.	<a href="https://www.futura-sciences.com/tech/actualites/technologie-pavegen-produit-electricite-chacun-vos-pas-63447/">https://www.futura-sciences.com/tech/actualites/technologie-pavegen-produit-electricite-chacun-vos-pas-63447/</a>  <a href="https://lejournal.cnrs.fr/articles/quand-linternet-des-objets-grappille-de-lenergie">https://lejournal.cnrs.fr/articles/quand-linternet-des-objets-grappille-de-lenergie</a>  <a href="https://insis.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/un-dispositif-hybride-pour-convertir-plus-efficacement-la-chaaleur-en-electricite">https://insis.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/un-dispositif-hybride-pour-convertir-plus-efficacement-la-chaaleur-en-electricite</a>  <a href="https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-pratique-face-cachee-numerique.pdf">https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-pratique-face-cachee-numerique.pdf</a>	Exemples d'articles traitant de la récupération de « l'énergie perdue ».  Rapport de l'ADEME qui interroge l'impact environnemental de l'usage du <i>numérique</i> .
<b>Mouvement et interactions</b>			
Caractériser un mouvement Mouvements dont la vitesse varie au cours du temps en direction ou en valeur.	Mouvement de l'eau dans les conduites forcées de barrage.	<a href="https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/hydroelectricite">https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/hydroelectricite</a>	Ressources pédagogiques liées à l'hydroélectricité.

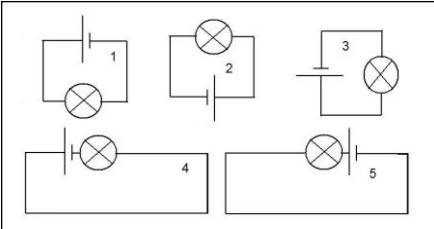
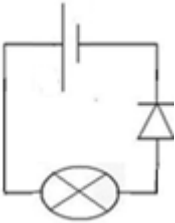
## Connaître les représentations spontanées des élèves

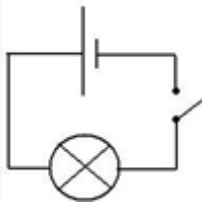
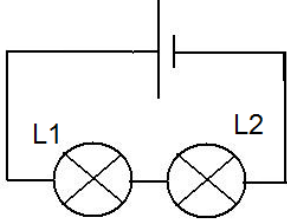
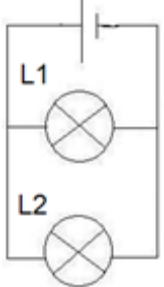
Lorsqu'il arrive à l'école, l'enfant s'est déjà construit ses propres représentations du monde qui l'entoure. Il est important qu'il puisse les affirmer et les confronter à celles de ses camarades pour accoucher d'une compréhension raisonnée de son quotidien.

Ne pas tenir compte des images spontanées de l'élève peut devenir un obstacle à son apprentissage, car il aura du mal à accepter que sa vision du monde puisse être erronée, faute d'avoir pu l'exprimer.

Mais il devient vite difficile d'offrir à l'élève les outils qui lui permettront de faire évoluer ses représentations spontanées, si l'enseignant ne perçoit pas comment ce dernier perçoit son environnement proche. Il devient alors fondamental que le professeur soit sensibilisé à ce que sait déjà l'élève, afin que ce dernier puisse être en situation de construire son savoir.

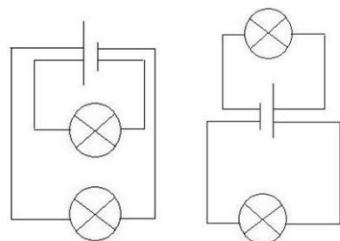
Les tableaux qui suivent constituent un catalogue non exhaustif de quelques représentations erronées courantes et proposent quelques pistes pour les faire évoluer. Ce catalogage permettra de choisir des sujets porteurs en termes de démarche d'investigation. Cette manière d'aborder l'enseignement est très rassurante pour les élèves, car ils comprennent que se tromper, oser affirmer son erreur, peut avant toute chose les aider. Mais surtout, ils deviennent les acteurs de leur apprentissage.

En lien avec l'électricité		
Thème	Conception initiale chez l'élève	Pistes d'évolution de la conception
Lampe	L'élève assimile souvent une lampe à un <b>composant unipolaire</b> , le rôle du culot n'étant pas « naturel » pour lui.	Manipuler des lampes à culot, sans leurs supports de connexion, avec, par exemple, une pile plate.
Circuit électrique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La <b>longueur des fils</b> conducteurs a une influence sur la durée au bout de laquelle l'éclat de la lampe apparaît.</li> <li>- La <b>position de la lampe</b> par rapport à l'une des bornes du générateur influence la luminosité de la lampe : elle brille d'autant plus qu'elle est proche de la borne positive.</li> </ul>	<p>Construire les cinq montages suivants :</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elèves en groupe, utilisant deux fils conducteurs de longueurs très différentes.</li> <li>- Construction d'un circuit géant avec contribution de tous les élèves de la classe : un élève tient la lampe sur son support, un autre la pile et les autres un fil conducteur, la boucle étant fermée. On fait varier le montage en changeant l'élève qui tient la lampe.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La <b>couleur des fils</b> conducteurs aurait de l'importance : si le fil rouge n'est pas relié au pôle positif du générateur, alors <ul style="list-style-type: none"> <li>• la lampe ne brille pas</li> <li>• la lampe brille différemment</li> </ul> </li> <li>- « Lorsque j'allume la lumière, en fait j'ouvre la lumière ; donc j'ouvre le circuit »</li> <li>- « Lorsque j'éteins la lumière, en fait je ferme la lumière ; donc je ferme le circuit »</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réaliser des circuits électriques avec des fils conducteurs de différentes couleurs et observer l'éclat de la lampe.</li> <li>- Réaliser une boucle avec une lampe, un générateur, et un interrupteur ; verbaliser puis rédiger les observations avec le vocabulaire adapté : « j'ai fermé l'interrupteur, donc j'ai fermé la boucle ; j'observe que la lampe brille »</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- « Il existerait un courant qui partirait de la borne positive du générateur et un courant qui partirait de la borne négative ; en se rejoignant dans la lampe, celle-ci brille » → on parle de conception des <b>courants antagonistes</b> (elle est très marquée)</li> <li>- « Il existerait un courant qui part de la borne positive (ou négative) du générateur, traverse la lampe (qui ne brillerait pas encore), et rejoint la borne négative (ou positive) : à ce moment, la lampe brille » → <b>l'élève suit le courant, réalisant une analyse séquentielle</b> (aussi appelée locale) du circuit</li> </ul>	 <p>Amener l'élève à concevoir, par exemple, le montage schématisé ci-contre et lui faire verbaliser les observations en amont.</p> <p>« S'il existe deux courants, alors la lampe est éteinte, car le courant qui part de la borne négative est bloqué par la diode et ne peut arriver à la lampe »</p> <p>« S'il existe un seul courant, alors l'ampoule brillerait, car le courant peut traverser la diode et rejoindre la borne négative »</p>

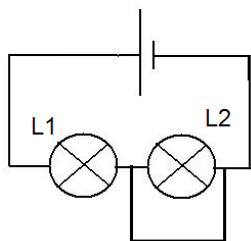
	 <p>« La lampe brillerait puis s'éteindrait dès que le courant l'a traversé ; celui-ci s'arrêterait à l'interrupteur ».</p> <p>« La lampe brillerait toujours, car la pile fournit toujours le courant (qui s'accumulerait à l'interrupteur) »</p> <p>→ dans ces deux cas, <b>l'élève suit un raisonnement local du circuit</b></p>	<p>Réaliser une boucle avec une lampe, un générateur, et un interrupteur ; verbaliser puis rédiger les observations avec le vocabulaire adapté : « j'ai ouvert l'interrupteur ; j'observe que la lampe ne brille pas ».</p>
	 <p>« L1 brillerait plus que L2, car une partie du courant ferait briller L1, donc il y en a moins qui traverserait L2, qui brillerait alors plus faiblement » → l'élève suit un raisonnement local ; cette représentation est majoritaire dans une classe. Elle est favorisée par toute référence au sens du courant.</p> <p>« L1 brille comme L2, car le courant ne fait que traverser les deux lampes, qui ne brillent que lorsque le courant a rejoint la borne négative » → cette représentation peu présente est favorisée si un travail a été réalisé en amont sur l'existence d'un ou deux courants.</p> <p>« L1 et L2 brillent moins que s'il n'y avait qu'une seule lampe, car « l'énergie » de la pile se répartirait dans chaque lampe » → <b>représentation implicite de l'additivité des tensions.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réaliser une boucle avec deux lampes identiques après avoir fait émerger les représentations des élèves ; comparer les éclats des lampes entre elles et par rapport à une boucle avec une seule lampe.</li> <li>- Dans un premier temps, faire élaborer un modèle analogique du courant : ronde géante avec tous les élèves représentant une partie de la boucle ; les élèves imaginent spontanément le modèle du <i>hip hop</i>, le courant se propageant séquentiellement dans toute la boucle ; prise de conscience que ce modèle est erroné, car il ne rend pas compte des observations faites en amont.</li> <li>- Proposer dans un second temps un modèle analogique correct pour faire évoluer l'analyse locale de l'élève : <ul style="list-style-type: none"> <li>• modèle analogique correct de la ronde (voir annexe 1 page 35). Ce modèle nécessite ensuite d'être critiqué au regard du sens conventionnel du courant, une fois les électrons introduits.</li> <li>• modèle de la chaîne de vélo</li> </ul> </li> </ul>
	 <ul style="list-style-type: none"> <li>- « L1 et L2 auraient le même éclat, car le courant se répartirait dans les deux lampes » → raisonnement local de l'élève ; il possède implicitement l'idée de la loi des nœuds</li> <li>- « L1 et L2 brilleraient moins que s'il n'y avait qu'une seule lampe, car le courant se répartit dans chaque lampe » → confusion implicite entre tension et intensité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réaliser un montage avec deux boucles, chaque lampe dans une boucle différente (avec deux lampes identiques) après avoir fait émerger les représentations des élèves ; comparer les éclats des lampes entre elles et par rapport à une boucle avec une seule lampe.</li> <li>- Les modèles analogiques précédents (ronde, chaîne de vélo), actifs dans un circuit à une boucle, ne le sont plus dans le circuit à deux boucles (→ limite d'un modèle) ; le modèle hydraulique est envisageable (ou ses variantes) : il présente cependant l'inconvénient de favoriser le raisonnement local, naturel chez l'enfant) ; ex : robinet, barrage = interrupteur, et le courant « attend »)</li> </ul>

L'élève n'a pas implicitement l'idée de l'unicité de la tension, trop choquante pour lui.

Attention, ce circuit n'est pas naturel pour l'élève : spontanément, il propose :

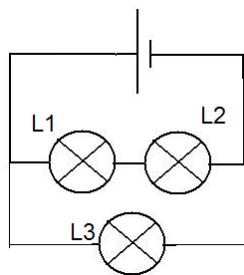


Après les manipulations sur ce type de circuit, l'élève acquiert l'idée que la pile va s'user plus rapidement que dans un circuit avec deux lampes dans la même boucle, et que la quantité de courant dans la branche principale a augmenté.



- « L2 brillerait moins que L1, car le courant se répartirait dans L2 et dans le fil qui court-circuite »  
→ raisonnement local
- « L1 et L2 brilleraient pareils, car le fil ne ferait rien »
- « L2 brillerait comme si elle était seule et L1 moins, car le fil de court-circuit aurait rajouté une boucle au montage »

Après la réalisation de ce montage, l'élève pense que le courant évite les obstacles (ici



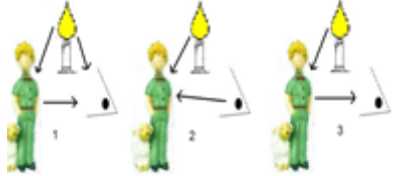
« Seule L3 brillerait, car L1 et L2 représentent un obstacle important, que le courant éviterait ; la branche contenant L3 ferait moins obstacle que celle contenant L1 et L2 »

→ **représentation animiste du courant électrique.**

- Réaliser une boucle avec deux lampes identiques ; puis rajouter le fil qui court-circuite L2 (attention, il est préférable pour l'émergence de la représentation, de court-circuiter L2)

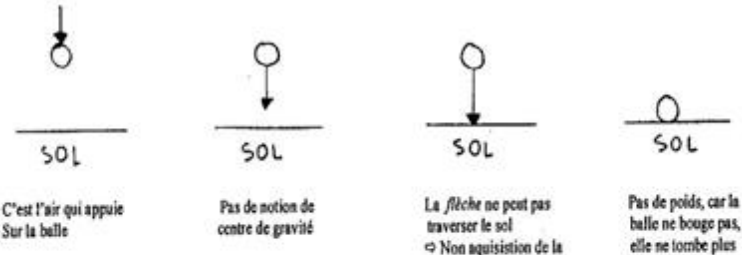

- Après l'observation du court-circuit (montage précédent), réaliser des montages similaires à celui présenté ci-contre.

Pile	<b>La pile est le réservoir du courant</b> ; le courant part donc de celle-ci → raisonnement local	Travail avec les modèles analogiques.
Tension et intensité	La tension « circule » dans la boucle → confusion avec l'intensité	Il s'agit de ne pas favoriser le raisonnement local : proposer des situations confortant un raisonnement global : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Commencer par l'enseignement de la tension ou bien tension et intensité en même temps ; éviter de débiter par l'intensité.</li> <li>- Eviter une représentation fléchée du sens du courant.</li> </ul>
Dipôle Résistance	« <b>Le dipôle résistance freinerait le courant</b> » → raisonnement local	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comparer les éclats d'une lampe, placée avant puis après un conducteur ohmique.</li> <li>- Mesurer une intensité avant et après un conducteur ohmique.</li> </ul>


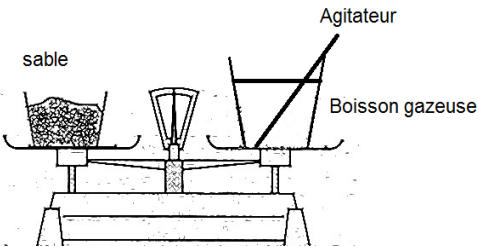
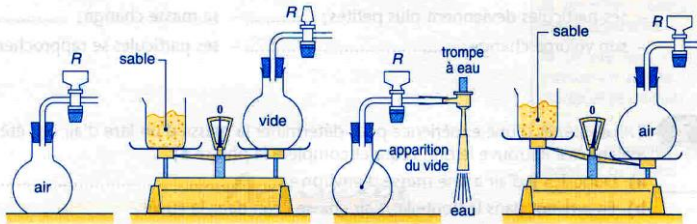
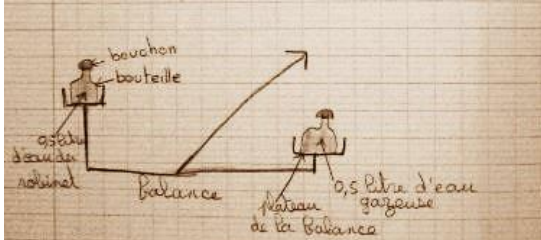
En lien avec l'optique		
Thème	Conception chez l'élève	Pistes d'évolution de la conception
Système solaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les étoiles brillent, car le soleil les éclaire.</li> <li>- <b>Il fait plus chaud l'été que l'hiver, car la Terre en hiver est plus près du soleil.</b></li> <li>- <b>La Lune produit sa propre lumière.</b></li> <li>- Tous les points qui brillent dans le ciel sont des étoiles.</li> <li>- <b>La partie non visible de la Lune dans une phase est due à l'ombre portée de la Terre sur la Lune.</b></li> <li>- <b>On voit toujours la même face de la Lune, car elle ne tourne pas sur elle-même.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'élève, pour espérer acquérir une vision raisonnée héliocentrique doit tout d'abord avoir une vision raisonnée géocentrique : il doit être en mesure d'explicitier les phénomènes d'un point de vue géocentrique, c'est-à-dire interne et non externe au système étudié. De nombreux exemples existent, par exemple : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un élève Terre qui doit replacer des élèves Lune pour retrouver les quatre phases principales de la lune : il place ses camarades autour de lui ...</li> <li>• Expliciter le phénomène des saisons par la hauteur du soleil vue depuis la Terre, et la durée de la journée indiquée sur un calendrier ... Comparer le pouvoir calorifique de la lumière selon l'inclinaison de son trajet.</li> </ul> </li> </ul>
La vision	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La sémantique conforte des erreurs : poser son regard sur un paysage, jeter un œil...</li> <li>- <b>Conceptions sur le trajet de la lumière</b> expliquant la vision d'un objet :</li> </ul>  <p>1 : l'œil doit recevoir de la lumière directement (majoritaire).  2 : l'œil émet de la lumière (importante).  3 : l'œil reçoit la lumière diffusée (faible)</p>	<p>Travailler avec une boîte noire équipée de deux trous (par exemple pot de fleurs en plastique de jardinerie), un pour l'œil, un pour une source de lumière (lampe de poche), placer un objet sous le pot : si 1 est correct, je ne dois pas voir l'objet, car aucune lumière n'arrive directement à l'œil.</p> <p>Pour trancher entre 2 et 3, utiliser un capteur de lumière à placer directement devant une source de lumière et devant un œil.</p>
Couleur d'un objet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>L'objet coloré donne à la lumière « sa couleur</b> : modèle du pigment qui « peint » la lumière reçue, <i>incolore</i> (très majoritaire).</li> <li>- L'objet coloré « trie » dans la lumière reçue (qui contient toutes les lumières colorées) une lumière colorée qu'il diffuse (rare).</li> </ul>	<p>Travailler avec le même matériel que pour la vision, et placer sur le trou recevant la source de lumière un filtre coloré → on met en relief le rôle de « trieur » chez le pigment coloré, ainsi que la caractéristique de la lumière blanche.</p>



**En lien avec la mécanique et l'énergie**

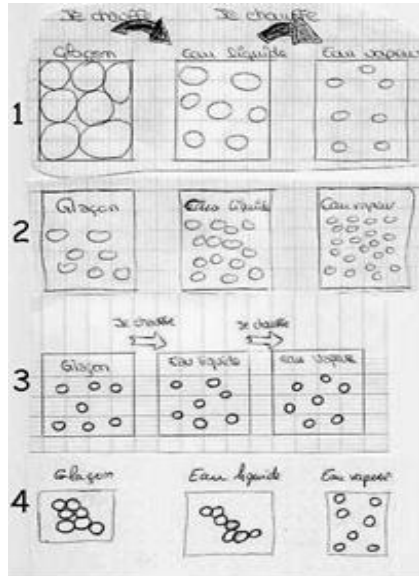
Thème	Conception chez l'élève	Pistes d'évolution de la conception
Interaction gravitationnelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un objet tombe, car l'air appuie dessus</li> <li>- <b>Un objet lourd tombe plus vite qu'un objet léger</b></li> <li>- <b>Dans l'interaction entre la Terre et la Lune, l'élève n'a pas conscience de l'action de la Lune sur la Terre</b></li> <li>- Quelques conceptions sur le poids :</li> </ul>  <p>- Une représentation du poids, hors de la Terre</p> 	<p>Travailler expérimentalement avec le une fronde, réalisée avec une ficelle reliée à un pot rempli de sable : modélisation de l'interaction entre le pot (Lune) et la Terre (main) ; possibilité de montrer l'influence de la masse (vider le pot) et de la distance (raccourcir la ficelle)</p> <p>Mener une approche historique (Galilée, Newton, La Marquise du Châtelet, Voltaire (lettre 15 et 16), ...)</p>
Energie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>La laine est plus chaude que le métal.</b></li> <li>- Avant d'utiliser un thermomètre, il faut le secouer pour qu'il indique 0°C.</li> <li>- Perception délicate pour l'élève du concept d'énergie.</li> <li>- Sémantique obstacle : « conservation de l'énergie », « production de l'énergie ».</li> </ul>	<p>Mesurer la température d'objets présents dans une même pièce (prévoir un trou pour le thermomètre).</p> <p>Relier une lampe « manivelle », sans son système d'accumulation, à une lampe à culot sur son support : elle modélise un vélo avec une génératrice et une lampe. Si quand je roule sur mon vélo avec la lampe qui fonctionne, celle-ci grille, vais-je aller plus vite, moins vite, ou garder la même vitesse ? Simuler l'ampoule grillée en dévissant l'ampoule du support lorsque la manivelle tourne : la sensation de l'élève qui tourne la manivelle est spectaculaire, il se met à la tourner plus vite ; et si on revisse l'ampoule, alors qu'il continue de tourner la manivelle, celle-ci devient bien plus difficile à actionner.</p>

En lien avec la chimie		
Thème	Conception initiale chez l'élève	Pistes d'évolution de la conception
L'eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les océans ne débordent pas :</li> <li>- A cause du phénomène des marées.</li> <li>- Car l'eau s'infiltré dans les fonds marins et ressort plus loin par des galeries souterraines.</li> <li>- A cause du cycle de l'eau.</li> <li>- Car l'eau est attirée vers le fond des océans par un aimant.</li> <li>• <b>Un nuage est constitué d'eau vapeur.</b></li> <li>• <b>L'évaporation ne se fait pas la nuit, car il n'y a pas de soleil.</b></li> <li>• Au-dessus d'un plat de pâtes chaudes, on voit</li> <li>- De la fumée.</li> <li>- De la vapeur d'eau.</li> <li>- De la buée.</li> <li>• L'eau de la montagne est un corps pur, car elle est pure.</li> <li>• L'eau du robinet vient du traitement des eaux usées.</li> <li>• L'eau du robinet est polluée, car elle sent « la javel ».</li> </ul>	<p>Travailler à partir d'exemples du quotidien le vocabulaire spécifique à la chimie de l'eau.</p> <p>On pourra s'appuyer sur un travail des compétences liées <i>aux langages</i> et à <i>la pratique d'une démarche expérimentale</i>.</p>
Solide et liquide	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un solide c'est dur, c'est lourd</li> <li>- Un liquide c'est mou, ça coule</li> </ul>	<p>Exposer les élèves à des corps du quotidien, solide et liquide, ainsi qu'un solide granulaire (sel, sable ...) et construire avec l'élève des critères de distinction</p>
Masse et volume	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un litre d'eau et un litre d'huile « <i>pèsent pareil</i> »</li> <li>- L'huile est plus lourde que l'eau, car elle est visqueuse</li> <li>- <b>Le plus gros de deux objets est le plus lourd</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manipuler des corps de même masse, puis de même volume</li> <li>- Faire usage de la balance de Roberval</li> </ul>
Changement d'état	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Si on chauffe de l'eau, sa température augmente toujours</b> (la présence d'un palier de température est choquante pour l'élève)</li> <li>- L'huile et l'eau bouent à 100°C</li> <li>- La cire et l'eau se solidifient à 0°C</li> <li>- <b>Confusion entre liquéfaction et fusion</b>, car dans les deux cas, on obtient un liquide.</li> <li>- Si j'allume deux lampes à alcool sous un tube à essai, l'eau bouillira à plus de 100°C.</li> <li>- <b>Lorsque l'eau se solidifie, elle est devient plus légère</b>, car un glaçon flotte sur l'eau.</li> </ul>	<p>Réaliser expérimentalement les mesures de température et de masse dans les cas ci-contre.</p> <p>Immerger l'élève dans un exercice didactique (annexe 2 page 35)</p> <p>Si la vaporisation de l'alcool est envisagée, est se réalise avec un microfour ou un chauffe ballon, sur de petites quantités de liquide.</p>

<p>Fondre et dissoudre</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Le sel fond dans l'eau</b></li> <li>- <b>Le sel qui est dissout dans l'eau est devenu liquide</b></li> <li>- Dissoudre du sel dans l'eau augmente son niveau</li> <li>- Quand je dissous du sel dans l'eau, la masse (eau+sel dissous) est plus petite que la masse (eau + sel), car le sel a disparu</li> <li>- L'eau est toujours un solvant du sel : elle peut dissoudre n'importe quelle quantité de sel (<b>la notion de saturation n'est pas toujours implicite</b>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Expérimenter pour distinguer fondre (un seul corps, et apport de chaleur) de dissoudre (deux corps et absence de chaleur).</li> <li>- Mesurer le niveau d'une « eau » avant et après y avoir dissout du sel.</li> </ul> <p>Que fera le fléau de la balance si tout le sel est dissout dans le verre d'eau ?</p> 
<p>Techniques de séparation</p>	<p>Pour obtenir de l'eau douce à partir de l'eau de l'océan, il faut la filtrer.</p>	<p>Après avoir « fabriqué » de l'eau de l'océan (ou en avoir prélevé), la filtrer et analyser le filtrat (par exemple par un test de couleur de flamme). Ouverture vers l'ultrafiltration.</p>
<p>Gaz</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>L'air n'a pas de masse</b>, car il ne pèse rien sur les épaules.</li> <li>- Pour remplir une bouteille d'air, on peut courir avec le goulot ouvert, ou bien y souffler dedans.</li> <li>- Comme la vapeur d'eau est invisible, <b>tous les gaz sont invisibles</b>.</li> </ul>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>Que fait le fléau, si j'enlève le gaz de la boisson en l'agitant ?</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le fléau penche vers le sable, car le gaz parti, la boisson est plus légère → un gaz a une masse.</li> <li>- Le fléau reste vertical, car <b>un gaz n'a pas de masse</b>.</li> <li>- Le fléau penche vers la boisson, car le gaz, qui est parti, allégeait la boisson.</li> </ul>	<p>Réaliser par exemple l'expérience de Von Guericke : comparer la masse d'un ballon de verre contenant de l'air avec le même ballon auquel on a enlevé l'air grâce à une trompe à eau (le ballon est équipé d'un robinet ; l'utilisation d'une balance de Roberval est intéressante didactiquement, car très visuelle).</p>  <p>Faire émerger ces trois représentations, puis réaliser l'expérience. Une variante est envisageable, et expérimentalement plus riche, en comparant la masse d'une bouteille contenant une boisson gazeuse et la même bouteille remplie d'eau du robinet.</p> 

Modèle  
particulaire et  
changement  
d'état

Conceptions initiales d'élèves lors de l'étude des changements d'état : ils ont représenté les particules d'eau dans un glaçon, dans le liquide obtenu en chauffant le glaçon, dans la vapeur obtenue en chauffant le liquide.



1) Lors d'un changement d'état, la forme de la particule change (parfois, l'élève pense que la forme de la particule donne la forme au corps par exemple des particules carrées pour un glaçon) → **non-conservation de la particule.**

2) Au cours d'un changement d'état, le nombre de particules change → **non-conservation de la masse.**

3) Au cours d'un changement d'état, rien ne passe au niveau particulaire → tout est conservé.

4) Au cours d'un changement d'état, l'espace entre les particules change → **non-conservation du volume.**

Après que l'élève est affirmé ses représentations,

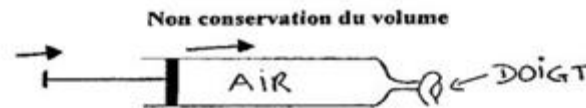
- pour que l'idée 1 évolue, amener l'élève à argumenter : si la particule change de forme, elle n'est plus une particule d'eau, donc quand le glaçon fond, on n'obtiendrait pas de l'eau
- pour que l'idée 2 évolue, l'élève réalise les deux expériences suivantes (entre les deux, l'élève a fait fondre la cire) :



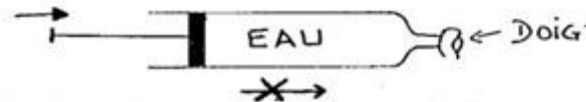
L'élève peut observer le retour à l'état solide de la cire et généraliser la conservation de la masse lors des changements d'état → la masse est liée au nombre de particules.

3) L'idée 3 est à faire évoluer par l'argumentation : si rien ne se passe, alors lorsque le glaçon change d'état il resterait glaçon, ce qui n'est pas observé

4) L'idée 4 évolue en manipulant une seringue remplie d'air : le piston s'enfonce en y appuyant dessus, lorsque l'extrémité de la seringue est bouchée (doigt)

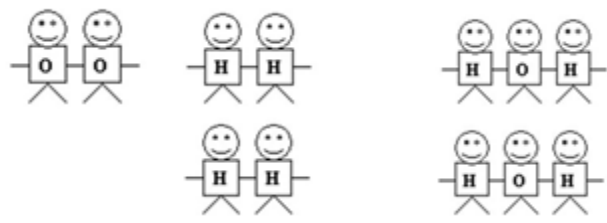


Un gaz est compressible car on peut rapprocher ses particules  
⇒ Danger : l'élève pense que le gaz est compressible car ses particules sont compressibles.



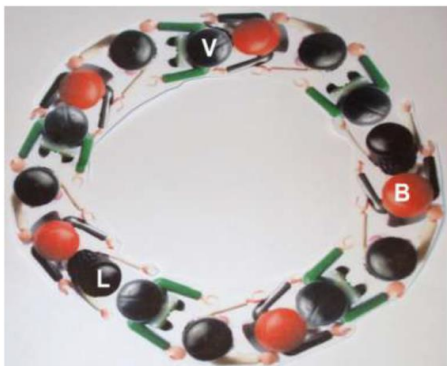
Un liquide est incompressible car ses particules ne peuvent être rapprochées ⇒ le modèle du liquide où les particules sont désordonnées mais un peu espacées est FAUX

Le solide et le liquide, tous deux incompressibles se distingueront par l'ordre ou le désordre de leurs particules.

<p>Transformation chimique</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Lors d'une combustion, la masse ne se conserve pas</b> (le dioxyde de carbone et la vapeur d'eau ne se voient pas).</li> <li>- La formule chimique correspond au nom du gaz et non à celui de la molécule.</li> <li>- Au cours d'une transformation chimique, il y a un corps qui « agit » et un corps qui « subit ».</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un travail est envisageable à partir de textes de Lavoisier.</li> <li>- Expérimentalement, la réaction entre la craie et une solution aqueuse acide est envisageable avec une balance.</li> <li>- Un travail sur la représentation d'une transformation chimique par un mime (élève jouant le rôle d'atomes) est envisageable.</li> </ul> 
--------------------------------	--	--

## Annexe 1 :

### *Un modèle du courant électrique : le modèle de la ronde*



Les élèves d'une classe ont inventé un MODELE du courant électrique ; ils étaient 18 : Vivien (V) jouait le rôle de la pile, Luce (L) et Betty (B) étaient les ampoules (lorsqu'une ampoule fonctionne, Luce (ou Betty) dit « je brille ! »)

Les élèves ont formé une ronde, en se tenant bras tendus, posés sur les épaules du camarade de devant.



Lorsque Vivien (la pile) s'est penché en avant, pour représenter le « passage » du courant, tous les élèves se sont penchés en avant en même temps, et Luce et Betty ont dit « je brille » simultanément.

J'ai découvert que nous jouions tous des grains d'électricité, appelés électrons. Pour qu'il y ait un courant électrique, il faut que ces grains soient en mouvement (élèvent qui se penchent).

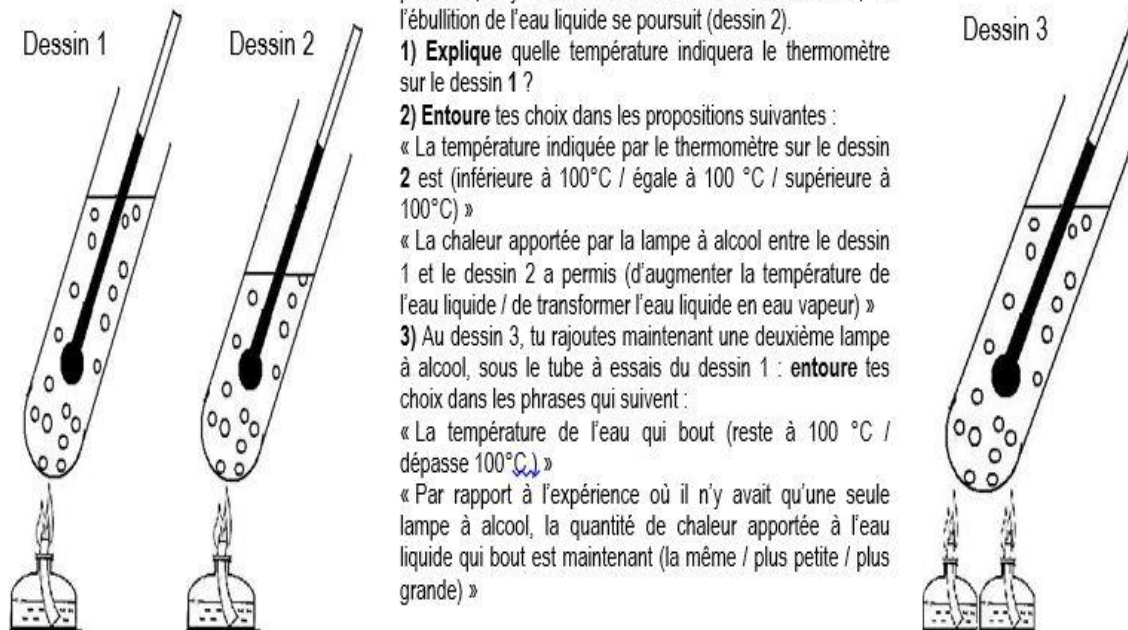


Gaston a mimé un interrupteur ouvert : lorsqu'il a mis ses bras le long du corps, aucun élève de la ronde ne pouvait se pencher car la ronde était ouverte. Même Vivien ne pouvait pas pousser ses camarades.

Donc, dans une boucle, la pile « ne commande rien » : elle est seulement utilisée pour mettre en mouvement les grains d'électricité.

De plus, ce modèle m'apprend qu'elle n'est pas un « réservoir » de grains d'électricité, puisque ceux-ci sont partout dans la boucle. Enfin, tous les grains d'électricité restent dans le circuit, puisqu'à la fin du mime, les élèves étaient toujours 18.

## Annexe 2 :



De l'eau bout dans un tube à essais (dessin 1). 5 minutes plus tard, il y a moins d'eau dans le tube à essais, et l'ébullition de l'eau liquide se poursuit (dessin 2).

1) **Explique** quelle température indiquera le thermomètre sur le dessin 1 ?

2) **Entoure** tes choix dans les propositions suivantes :

« La température indiquée par le thermomètre sur le dessin 2 est (inférieure à 100°C / égale à 100 °C / supérieure à 100°C) »

« La chaleur apportée par la lampe à alcool entre le dessin 1 et le dessin 2 a permis (d'augmenter la température de l'eau liquide / de transformer l'eau liquide en eau vapeur) »

3) Au dessin 3, tu rajoutes maintenant une deuxième lampe à alcool, sous le tube à essais du dessin 1 : **entoure** tes choix dans les phrases qui suivent :

« La température de l'eau qui bout (reste à 100 °C / dépasse 100°C) »

« Par rapport à l'expérience où il n'y avait qu'une seule lampe à alcool, la quantité de chaleur apportée à l'eau liquide qui bout est maintenant (la même / plus petite / plus grande) »

Par rapport à l'expérience où il n'y avait qu'une seule lampe à alcool, le passage de l'eau liquide à l'eau vapeur se fait maintenant (moins vite / aussi vite / plus vite) ».

## Vers la mise en activité des élèves...

Une fois la progression dans le cycle établie, la mise en perspective des attendus de fin de cycle avec les compétences travaillées en lien avec les domaines du socle permet de prévoir la mise en activités des élèves. Les attendus de fin de cycle, au niveau des notions abordées en physique chimie contribuent à l'acquisition du domaine 4 du socle commun. Ils sont, comme on l'a vu, explicités en termes de connaissances et de compétences associées et renvoyés à des exemples de situations. Pour construire ces contenus, les activités proposées aux élèves mobilisent des compétences qui contribuent aux différents domaines du socle<sup>28</sup>.

Nous prenons ci-dessous l'exemple d'une activité choisie pour travailler le domaine des langages. Avec cet objectif, il s'agit d'identifier dans le volet 3 du programme les connaissances qui seront à mobiliser et les compétences qui seront sollicitées. L'enseignant peut alors choisir de se focaliser sur l'une d'elles, ici la compétence « pratiquer des langages ». En se donnant des critères de réussite à atteindre, il pourra différencier son approche et/ou évaluer l'élève en fonction de différents niveaux de maîtrise. L'activité proposée est une activité de type tâche complexe pour réinvestir des acquis dans le domaine des mesures de masse et de volume.

**Séance de type tâche complexe, préparatoire à la structuration de la masse volumique.**

**Capacités expérimentales visées :** mesurer une masse et un volume avec un instrument adapté.

**Compétences mobilisées:**

- Pratiquer des démarches scientifiques
- Concevoir, créer, réaliser
- S'approprier des outils et des méthodes
- Pratiquer des langages

↓



On a trouvé dans la cuisine une bouteille d'huile d'olive dont l'étiquette s'est décollée. Il reste au fond de la bouteille quelques centilitres d'huile d'olive.

*À l'aide des équipements du laboratoire, vous chercherez à déterminer la masse de la bouteille pleine d'huile. Vous rédigerez un compte rendu détaillé de votre démarche.*

<sup>28</sup> Le volet 2 est complémentaire du volet 3 en ce qui concerne la contribution de la discipline au socle commun.

La richesse de la situation fait que de nombreuses compétences sont sollicitées, mais l'enseignant choisit de travailler davantage la pratique des langages. C'est l'occasion d'insister sur la façon dont l'élève va organiser sa trace écrite pour rendre compte de sa démarche, tout en utilisant un codage spécifique aux mathématiques pour réinvestir la notion de proportionnalité.

Prendre l'éprouvette graduée de 100 ml y verser l'huile pour mesurer son volume (ici 82 ml). Puis calculer la masse de l'huile grâce à la balance et un becher (ici 70,7 g). Calculer le volume d'un autre liquide (ici de l'eau) que la bouteille peut contenir (521 ml) grâce à l'éprouvette de 500 ml.

	bouteille entière	huile RESTANT	
volume d'huile (ml)	521 ml	82 ml	↙ x0,86 ↘
masse de l'huile (g)	448,06 g	70,7 g	

La masse (d'1 ml d'huile) = 0,86 g d'huile

Calculer la masse de la bouteille vide avec la balance (353,8) et celle du bouchon (8,3)

Maintenant additionner la masse de l'huile pouvant contenir la bouteille + la bouteille vide + le bouchon.

$$448,06 + 353,3 + 8,3 = 809,66$$

La masse de la bouteille remplie d'huile et du bouchon est de 809,66 g



## Éléments de bibliographie et sitographie

- Le site national de l'enseignement de physique chimie : <http://eduscol.education.fr/physique-chimie/>
- « L'évaluation des apprentissages dans une approche par compétences » G. Scallon DE BOECK
- « Evaluer sans dévaluer » de G. De Vecchi
- « Compétences et socioconstructivisme, un cadre théorique », de P. Jonnaert
- « Sciences et compétences pratiques au collège et au lycée » – SCEREN
- « Diagnostiquer la maîtrise de compétences » :  
[http://portail.umons.ac.be/FR/universite/facultes/fpse/serviceseetr/methodo/recherches/recherches\\_finalis%C3%A9es/Documents/076\\_201011\\_Fascicule\\_Diagnostic.pdf](http://portail.umons.ac.be/FR/universite/facultes/fpse/serviceseetr/methodo/recherches/recherches_finalis%C3%A9es/Documents/076_201011_Fascicule_Diagnostic.pdf)
- « L'école et l'évaluation, des situations complexes pour évaluer les acquis des élèves » de Xavier Rogiers , DE BOECK
- « Éléments de didactique des sciences physiques » - Guillaume Robardet et Jean-Claude Guillaud, PUF
- <http://rdst.revues.org/> Recherches en didactique des sciences et des technologies
- [http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php\\_main/textes.html](http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/textes.html), recueil d'articles de P. Perrenoud
- « Pédagogie de l'activité : pour une nouvelle classe inversée » - Alain Taurisson/ Claire Herviou ESF
- « Enseigner les sciences physiques collège classes de seconde » - Dominique Courtillot Mathieu Ruffenach, Bordas pédagogie
- « Séquence d'investigation physique chimie, collège lycée » – SCEREN
- <http://differentiation.org>, site dédié à la différenciation
- « Comment pratiquer la pédagogie différenciée avec de jeunes adolescents ? » Karen Hume, DE BOECK
- « Guide pour pratiquer la codisciplinarité » - Myriam Chéreau Pierre Gaidioz, SCEREN
- Les activités documentaires en physique chimie, rapport du GRIESP de juillet 2015, consultable sur le site national disciplinaire
- « Matière et matériaux, de quoi est fait le monde ? » - Béatrice Salviat Belin pour la science
- « Une énergie, des énergies, comment fonctionne le monde ? » - Béatrice Salviat Belin pour la Science
- « De la nature » (De natura rerum) Lucrèce, GF Flammarion

### Sur la démarche de projet :

[https://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php\\_main/php\\_1999/1999\\_17.html](https://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_1999/1999_17.html)