



ÉNERGIES EN PERSPECTIVE

Comprendre l'énergie et ses sources

thématique : énergie et efficacité énergétique



Cofinancé par
l'Union européenne



Introduction

L'histoire humaine peut se lire comme une succession de révolutions énergétiques. Václav Smil (2017) dans "Energy and Civilization: A History" montre comment les transitions énergétiques - du bois au charbon au XIXe siècle, puis aux hydrocarbures au XXe siècle - ont façonné nos modes de vie, nos économies et nos organisations sociales. La maîtrise progressive de l'énergie a rythmé les grandes étapes du développement humain. La domestication du feu il y a environ 400 000 ans a permis la cuisson des aliments, transformant notre régime alimentaire et notre développement cognitif. L'agriculture néolithique, vers 10 000 av. J.-C., a constitué la première exploitation systématique de l'énergie solaire par la photosynthèse. Au Moyen Âge, les moulins à eau et à vent ont fourni la première énergie mécanique non animale ou humaine, démultipliant les capacités productives. La révolution industrielle, initiée au XVIIIe siècle avec la machine à vapeur de Watt (1769), marque l'entrée dans l'ère des énergies fossiles. L'électrification, à partir de la fin du XIXe siècle, a ensuite profondément restructuré tant l'industrie que la vie quotidienne.

Aujourd'hui, notre société moderne repose sur un système énergétique complexe, mondialisé et diversifié. L'Agence Internationale de l'Énergie (2023) indique que la consommation mondiale a atteint 606 exajoules en 2019, augmentant de 70% depuis 1990. Le mix énergétique mondial reste dominé par les énergies fossiles (pétrole: 31%, charbon: 27%, gaz naturel: 23%), complétées par les énergies renouvelables en croissance (12%) et le nucléaire (5%). Cette dépendance aux combustibles fossiles génère 73% des émissions de gaz à effet de serre mondiales, plaçant la transition énergétique au cœur des stratégies d'atténuation du changement climatique.

Face à ces enjeux complexes, il est essentiel de former des citoyens capables de comprendre les fondamentaux énergétiques qui structurent notre monde. C'est précisément l'objectif de ce protocole pédagogique : permettre aux élèves de passer d'une connaissance intuitive mais abstraite de l'énergie à une compréhension concrète de ses manifestations, ses transformations et ses implications. En reconnaissant l'énergie dans leur environnement quotidien et en distinguant énergies naturelles et transformées, les élèves développeront les compétences nécessaires pour participer aux débats et aux choix énergétiques qui façonneront leur avenir.

Disciplines



physique
sciences de la vie et de la terre
histoire-géographie
technologie
éducation civique

Objectifs de développement durable





L'activité en bref

Structure du protocole

Pour les élèves, l'énergie demeure souvent un concept abstrait malgré sa présence constante dans leur environnement quotidien. Ce protocole pédagogique vise à permettre aux élèves de définir collectivement ce qu'est l'énergie et d'identifier ses manifestations tangibles dans leur milieu de vie.

L'activité s'articule autour de trois phases principales:

1. **Phase 1 : Définition et identification des formes d'énergie** - Les élèves construisent collectivement une définition scientifique de l'énergie et identifient ses différentes formes à travers le recueil de représentations initiales, l'enrichissement documentaire, la classification des énergies et l'exploration expérimentale à travers des stations d'observation.
2. **Phase 2 : Impact environnemental et social des différentes formes d'énergie** - Les élèves analysent les impacts environnementaux des différentes formes d'énergie à travers leur cycle de vie (production, distribution, utilisation, fin de vie) et étudient leurs implications sociales selon quatre axes (accès à l'énergie, emploi et formation, santé et bien-être, organisation sociale).
3. **Phase 3 : Imaginer un monde sans l'une ou l'autre de ces formes d'énergie** - Les élèves développent leur pensée prospective en explorant des scénarios de vie sans une forme d'énergie spécifique (électricité, carburants liquides, chauffage conventionnel) sur trois horizons temporels (urgence - 1 semaine, adaptation - 1 an, transformation - 10 ans).

La démarche pédagogique est progressive et intègre des outils variés comme la carte mentale collective, les tableaux d'analyse à double entrée, les stations d'expérimentation et la création de récits d'adaptation. Les activités proposées alternent travail collaboratif, expérimentation, analyse documentaire et débat, offrant des modalités d'apprentissage variées et complémentaires.

Cette approche pratique et interactive permet aux élèves de construire une compréhension concrète de l'énergie, depuis sa définition scientifique jusqu'aux enjeux sociétaux et environnementaux qu'elle implique, tout en développant leur capacité à imaginer des scénarios d'adaptation face aux contraintes énergétiques futures.

Pour bien démarrer

Durée : min. 3 séances pour réaliser l'activité complète - Chaque étape peut être menée individuellement en fournissant du contenu et du contexte préalable.

Niveau de difficulté : *Intermédiaire - Adaptable du cycle 3 (CM1-CM2-6ème) au lycée en ajustant la complexité des analyses et la profondeur des réflexions*



Matériel nécessaire :

- Phase 1 : Post-it de différentes couleurs, grandes feuilles ou tableau pour la carte mentale, documents variés sur l'énergie (textes, images, vidéos), cartes ou images des différentes sources d'énergie, matériel pour les stations d'observation (pendule, ressort, rampe avec bille, chronomètre, récipient d'eau chaude, glaçon, thermomètre, circuit simple (pile, LED, interrupteur), électroaimant, pile, matériel pour réaction acide-base, indicateur pH), impression des fiches d'observation
- Phase 2 : Dossiers documentaires sur les impacts environnementaux et sociaux, grilles d'analyse imprimées, matériel pour créer des représentations visuelles (papier affiche, marqueurs)
- Phase 3 : Fiches de mission pour chaque groupe imprimées ou projetées, matrices d'analyse sectorielle imprimées vierges, matériel pour créer le "Guide du nouvel habitant" (papier, crayons de couleur, etc.)

Glossaire

Mots-clés et concepts	Définitions
Énergie	Grandeur physique caractérisant la capacité d'un système à produire un travail mécanique ou à modifier l'état d'autres systèmes. Unité SI : joule (J).
Puissance	Quantité d'énergie par unité de temps. Unité SI : watt ($W = J/s$).
Énergie primaire	Forme d'énergie disponible dans la nature avant transformation (pétrole brut, rayonnement solaire, uranium, etc.).
Énergie finale	Forme d'énergie directement utilisable par le consommateur après transformation (électricité, essence, etc.).
Énergie renouvelable	Énergie issue de sources que le cycle naturel reconstitue plus rapidement que leur utilisation (solaire, éolien, hydraulique, biomasse, géothermie).
Énergie non renouvelable	Énergie issue de gisements limités (fossiles : pétrole, charbon, gaz naturel ; fissile : uranium).
Rendement énergétique	Rapport entre l'énergie utile obtenue et l'énergie primaire fournie (toujours < 1 selon le second principe de la thermodynamique).
EROI	Rapport entre l'énergie produite par une source et l'énergie nécessaire pour l'extraire/la transformer.
Intensité énergétique	Quantité d'énergie nécessaire pour produire une unité de PIB (tep/dollar ou kWh/euro).
Mix énergétique	Répartition des différentes sources d'énergie dans la consommation totale d'un territoire.
Énergie cinétique	Énergie associée au mouvement d'un corps (dépend de la masse et de la vitesse).
Énergie potentielle	Énergie stockée liée à la position ou à la configuration d'un système (gravitationnelle, élastique).
Énergie thermique	Énergie liée à l'agitation des particules et aux transferts de chaleur.
Énergie électrique	Énergie associée au déplacement des charges électriques dans un circuit.
Énergie chimique	Énergie stockée dans les liaisons chimiques, libérée lors des réactions.



Protocole

Étape 1 – Définition et identification des formes d'énergie



Contexte et description du problème à résoudre à cette étape : Bien que le terme "énergie" soit omniprésent dans le langage courant (crise énergétique, transition énergétique, économies d'énergie), sa définition précise reste souvent floue et abstraite pour les élèves. Cette première phase permet une première découverte simple et ludique du concept d'énergie. Par des activités concrètes et accessibles, les élèves sont invités à observer leur environnement quotidien pour repérer les différentes manifestations de l'énergie. Cette démarche introductive s'appuie sur l'observation et la manipulation pour construire collectivement une définition de l'énergie et de ses formes les plus courantes issues de gisements limités (fossiles : pétrole, charbon, gaz naturel ; fissile : uranium). L'accent est mis sur l'aspect pratique et interactif, permettant ainsi aux élèves de concrétiser ce concept abstrait.

Objectifs d'apprentissage : Formuler une définition scientifique de l'énergie. Identifier et classer les différentes formes d'énergie. Établir les relations entre énergie et transformations observables.

Conceptualisation



Question de recherche : Quels sont les différents usages énergétiques observables dans notre quotidien et comment les classer ?

- **Hypothèse :** Les usages énergétiques dans notre environnement sont plus nombreux que ce que l'on perçoit immédiatement, avec certains très visibles (éclairage, chauffage) et d'autres plus discrets (veille des appareils, ventilation). Cette diversité peut être organisée selon différents critères (formes d'énergie, fonctions, sources) pour révéler la complexité du concept d'énergie.
- **Concepts clés :**
 - Usage énergétique : Utilisation spécifique de l'énergie pour répondre à un besoin (définition dans le contexte d'observation directe)
 - Fonction énergétique : Catégorie générale d'usage (permet la classification et l'analyse)
 - Besoin énergétique : Service final recherché (aide à distinguer l'essentiel du superflu)



Question de recherche : Comment les différentes formes d'énergie se manifestent-elles et se transforment-elles dans les phénomènes observables ?

- **Hypothèse :** L'énergie, bien qu'invisible en elle-même, se révèle à travers ses manifestations (mouvement, chaleur, lumière, réactions chimiques) et ses transformations permanentes d'une forme à l'autre. Ces transformations suivent des lois physiques constantes qui peuvent être observées et mesurées même avec des expériences simples.
- **Concepts clés :**
 - Formes d'énergie : Différentes modalités d'expression de l'énergie (mécanique, thermique, électrique, chimique) observables expérimentalement
 - Transformation énergétique : Passage d'une forme d'énergie à une autre lors de tout phénomène physique (révèle l'unité du concept d'énergie)
 - Conservation de l'énergie : Principe selon lequel l'énergie ne se crée ni ne se détruit mais se transforme (structure la compréhension scientifique)



Question de recherche : Comment peut-on construire progressivement une définition scientifique de l'énergie à partir des observations et classifications ?

- **Hypothèse** : La construction collective d'une définition scientifique de l'énergie nécessite de dépasser les représentations intuitives initiales par l'enrichissement documentaire et l'expérimentation, permettant de passer d'une vision fragmentée à une compréhension unifiée du concept.
- **Concepts clés** :
 - Représentations initiales : Conceptions spontanées des élèves sur l'énergie, souvent partielles mais constituant le point de départ de l'apprentissage
 - Enrichissement conceptuel : Processus d'élargissement et de structuration des connaissances par confrontation aux savoirs scientifiques établis
 - Définition opérationnelle : Caractérisation de l'énergie par ce qu'elle permet d'observer et de mesurer plutôt que par sa nature abstraite (facilite l'appropriation)

Investigation par les élèves

Cette phase vise à amener les élèves à construire collectivement une définition de l'énergie. Pour atteindre cet objectif et garder trace de l'évolution des connaissances, plusieurs outils opérationnels peuvent être mobilisés :



- Le tableau d'affichage évolutif ou le mur de post-it catégorisés, où les élèves ajoutent progressivement leurs découvertes sur des affiches thématiques
- Le journal de bord collectif, qui consigne les principales observations et conclusions après chaque activité
- La carte mentale, qui visualise les connexions entre concepts
- Le glossaire illustré, qui se complète au fil des activités avec définitions et exemples
- Le portfolio numérique, où les élèves peuvent documenter leurs expériences avec photos et observations

Dans notre proposition, nous utilisons la carte mentale pour illustrer la construction collective de la définition, mais l'enseignant peut choisir l'outil qui semble le plus pertinent pour sa classe.

Recueil des représentations initiales



Objectif : Faire émerger les premières idées des élèves sur l'énergie pour amorcer la carte mentale.

Les élèves répondent individuellement à un questionnaire explorant leurs conceptions de l'énergie. Ils partagent ensuite leurs réponses aux questions : ce qu'est l'énergie pour eux, des exemples d'énergie dans la classe et chez eux, si elle peut disparaître ou être créée. Les élèves notent leurs idées principales sur des post-it de couleur et les placent au tableau en regroupant celles qui semblent liées.

Les élèves identifient collectivement quelques catégories émergentes et organisent les post-it selon ces premières catégories. L'enseignant trace les premiers liens de la carte mentale en reliant le terme central "ÉNERGIE" aux catégories identifiées par les élèves. Ainsi commence la construction collective d'un outil visuel qui évoluera tout au long de la phase.

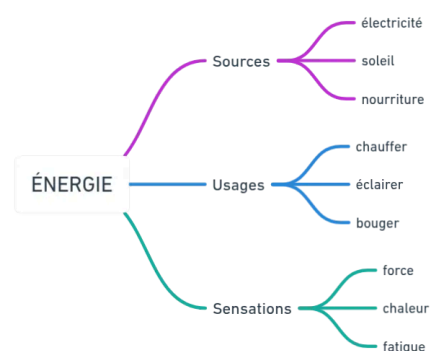
Questions	Réponses
1. Pour moi, l'énergie c'est...	
2. Je peux citer trois exemples où je vois de l'énergie dans la classe	1. _____ 2. _____ 3. _____
3. Je peux citer trois sources d'énergie utilisées chez moi	1. _____ 2. _____ 3. _____
4. D'après moi, l'énergie peut-elle disparaître ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Je ne sais pas
5. D'après moi, peut-on créer de l'énergie ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Je ne sais pas



Soyez attentif aux confusions fréquentes (énergie/électricité, énergie/force, énergie/puissance).



La **carte mentale** est simple et contient principalement les concepts intuitifs des élèves. On y trouve le terme central "ÉNERGIE" avec quelques branches principales par exemple : Sources (électricité, soleil, nourriture), Usages (chauffer, éclairer, bouger) et Sensations (force, chaleur, fatigue). À ce stade, la carte reflète les connaissances quotidiennes des élèves sans organisation spécifique.



Enrichissement documentaire



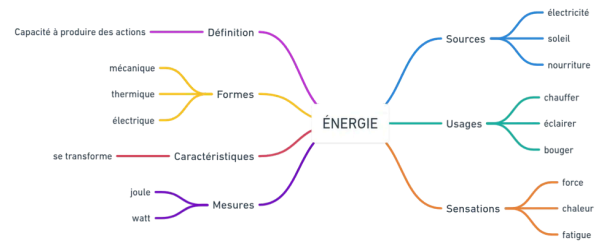
Objectif : Enrichir et compléter la carte mentale avec des informations issues de documents scientifiques, permettant aux élèves d'approfondir leur compréhension des différentes formes et caractéristiques de l'énergie.

Les élèves explorent divers documents sur le concept d'énergie mis à leur disposition (textes scientifiques adaptés à leur niveau, schémas, infographies, extraits d'encyclopédies, vidéos, ressources en ligne). Ils notent sur des post-it d'une couleur différente les nouveaux mots-clés ou concepts découverts dans les documents consultés. Les élèves discutent en groupe des nouvelles notions identifiées avant de placer leurs nouveaux post-it sur la carte mentale en construction.

Les élèves proposent de nouvelles catégories ou sous-catégories à ajouter à la carte en s'appuyant sur les informations recueillies dans les documents. Ils réorganisent collectivement les post-it en fonction des nouvelles connaissances et formulent oralement les liens entre les différentes parties. Certains élèves peuvent présenter brièvement un document qu'ils ont trouvé particulièrement intéressant ou éclairant pour le reste de la classe. À ce stade, les élèves proposent une première définition collective de l'énergie qui est notée au centre de la carte, définition qui sera affinée au fil des activités suivantes.



La **carte mentale** s'enrichit avec une première définition de l'énergie comme "capacité à produire des actions". Une nouvelle branche "Formes" apparaît (mécanique, thermique, électrique) et une autre sur les "Caractéristiques" (se transforme). On trouve aussi l'apparition de la branche "Mesures" (joule, watt). Les concepts commencent à s'organiser de façon plus scientifique.



Classification des énergies



Objectif : Classer les différentes sources d'énergie selon plusieurs critères (état, durabilité, origine, usage) pour mieux comprendre leur nature et leurs relations.

Les élèves, répartis en groupes, manipulent des cartes, des objets ou des images représentant diverses sources d'énergie. Ils explorent différentes façons de les classer : selon leur état (naturel ou transformé), leur durabilité (renouvelable ou non), leur origine, ou encore leur usage. Les élèves justifient leurs choix de classification au sein du groupe avant de présenter leur travail au reste de la classe. Cette classification multiniveau permet aux élèves de mieux comprendre les différentes dimensions et interrelations entre les formes d'énergie.

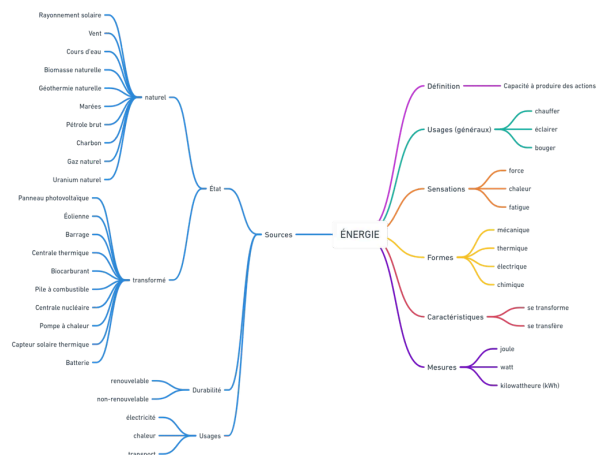


Des exemples de cartes sont disponibles en annexe.

Les élèves enrichissent ensuite la carte mentale collective en y intégrant ces nouvelles classifications. Ils identifient les nouvelles branches à ajouter comme les types de sources, leur caractère renouvelable ou non, et leurs usages. Ils complètent également la branche "FORMES" avec les exemples tirés des cartes. L'enseignant guide les élèves pour établir des connexions significatives entre les différentes branches, rendant ainsi visible la complexité du concept d'énergie.



La **branche "Sources"** se développe considérablement avec une organisation hiérarchique à trois niveaux : État (naturel, transformé), Durabilité (renouvelable, non-renouvelable) et Usages (électricité, chaleur, transport). La **branche "Formes"** s'enrichit avec l'ajout de l'énergie chimique, et les **"Caractéristiques"** intègrent la notion de transfert. Les mesures se complètent avec le kilowattheure (kWh).



Exploration des formes d'énergie



Objectif : Découvrir concrètement les différentes formes d'énergie à travers des expériences simples et manipulations pratiques, permettant aux élèves d'observer, de mesurer et de comprendre les manifestations de l'énergie dans notre environnement, pour enrichir et finaliser la carte mentale collective.

Les élèves tournent en groupes entre **quatre stations d'observation représentant différentes formes d'énergie**.

- **Station chimique** : L'énergie chimique est l'énergie que des substances chimiques libèrent lors d'une réaction chimique pour se transformer en d'autres substances. L'énergie chimique peut être convertie en énergie électrique ou en énergie thermique. Les combustibles (fossiles ou non), les aliments et les piles sont des exemples de supports de stockage de l'énergie chimique. <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/energie-chimique>



Comment construire simplement une observation : Insérer deux métaux différents (zinc et cuivre) dans un citron, connecter les fils aux métaux et à une LED. Les élèves observent l'illumination de la LED et comprennent la transformation de l'énergie chimique en énergie électrique.

- **Station mécanique** : Un solide, dans un état déterminé, possède de l'énergie si au cours de son évolution, il est capable de fournir un travail. L'énergie peut prendre différentes formes : énergie chimique, énergie cinétique... Observable via : un pendule oscillant, une bille qui roule, un ressort qui se détend. <https://www.superprof.fr/ressources/physique-chimie/physique-chimie-2nde/energie.html>



Comment construire simplement une observation : Installer un pendule simple (une masse au bout d'une ficelle). Les élèves mesurent la période du pendule avec un chronomètre et observent les mouvements.

- **Station thermique** : L'énergie thermique fait référence à l'énergie au sein d'un système créée par le mouvement aléatoire des molécules et des atomes. Plus le mouvement augmente, plus la production d'énergie est grande. Cette énergie est transférée sous forme de chaleur. Observable via : un thermomètre dans de l'eau chaude, la fonte d'un glaçon, le réchauffement d'un objet par frottement. <https://www.ibm.com/fr-fr/topics/thermal-energy>



Comment construire simplement une observation : Préparer un récipient d'eau chaude et un glaçon sur une soucoupe. Les élèves observent la fonte et mesurent les températures.

- **Station électrique** : L'énergie électrique est l'énergie transférée grâce à l'électricité, c'est-à-dire par un mouvement de charges électriques. Elle n'est pas une véritable forme d'énergie comme le sont l'énergie cinétique ou l'énergie potentielle, mais un vecteur énergétique, un moyen de transférer l'énergie entre systèmes à l'instar de la chaleur ou du travail. <https://www.superprof.fr/ressources/physique-chimie/physique-chimie-2nde/production-d-energie.html>



Comment construire simplement une observation : Connecter une LED aux bornes d'un petit moteur électrique et faire tourner l'axe du moteur à la main. La LED s'allumera, démontrant la transformation de l'énergie mécanique en énergie électrique. Le moteur agit alors comme une dynamo.

Station	Outils illustratifs possibles	Observations	Transformation d'énergie
Chimique	Citron, zinc, cuivre, fils conducteurs, LED	Illumination de la LED connectée aux métaux dans le citron	Énergie chimique → Énergie électrique → Énergie lumineuse
Mécanique	Pendule simple avec masse et ficelle, chronomètre	Oscillations régulières du pendule, mesure de la période	Énergie potentielle ↔ Énergie cinétique
Thermique	Récipient d'eau chaude, glaçon, thermomètre	Fonte du glaçon, variation de température	Énergie thermique → Changement d'état
Électrique	Petit moteur électrique, LED	Illumination de la LED lors de la rotation manuelle du moteur	Énergie mécanique → Énergie électrique → Énergie lumineuse

De retour en classe entière, les élèves partagent leurs observations en utilisant une fiche d'observation structurée. Cette fiche permet de documenter systématiquement leurs découvertes à chaque station (ci-contre et disponible en annexe pour impression "**Fiche d'observation**").

Après avoir complété leurs fiches, les élèves enrichissent collectivement la carte mentale. Ils détaillent la branche "FORMES" avec les caractéristiques observées à chaque station, ajoutent une branche "CARACTÉRISTIQUES" avec les propriétés découvertes (transformation, transfert, conservation) et une branche "MESURES" avec les unités rencontrées. Les connexions établies entre les différentes formes d'énergie et leurs manifestations renforcent leur compréhension des interactions entre ces concepts.

FICHE D'OBSERVATION ÉNERGIES EN PERSPECTIVE	
Station	
Ce que j'observe	
Mesures effectuées	
Transformations (d'énergie observées)	
Schéma de l'expérience	
Questions/Remarques	

La carte atteint sa forme finale. La définition centrale est plus précise et scientifique. Toutes les branches sont complètes. Chaque étape est représentée avec une couleur différente pour montrer visuellement la progression de la construction collective des connaissances. Cette visualisation permet de montrer comment le concept d'énergie, initialement vague et fragmenté, devient progressivement un concept scientifique structuré et cohérent.



Restitution et réflexion

Connaissances mobilisées : L'exploration a conduit les élèves à comprendre les différentes formes d'énergie, leurs transformations et leurs interactions. La construction collective de la carte mentale illustre l'évolution de leur compréhension, depuis une vision initiale du concept jusqu'à une représentation scientifique de l'énergie.



Réflexion sur la mise en œuvre en classe : L'approche expérimentale avec les stations d'observation facilite l'apprentissage. La manipulation des phénomènes énergétiques aide à l'assimilation des concepts. Le travail collaboratif et l'enrichissement de la carte mentale encouragent les échanges entre élèves.

Résultats d'apprentissage : Une vision globale des formes d'énergie et leurs caractéristiques. La compréhension des principes de conservation et de transformation. Des capacités d'observation et de mesure des phénomènes énergétiques. Une conscience des enjeux liés aux sources d'énergie.

Pour approfondir la réflexion et développer une compréhension plus nuancée du concept d'énergie, voici quelques questions clés à explorer collectivement :

- **Comment une même forme d'énergie se manifeste-t-elle différemment dans notre quotidien ?** Par exemple, l'énergie électrique peut produire de la lumière dans une ampoule, du mouvement dans un ventilateur, ou de la chaleur dans un radiateur. L'énergie mécanique peut se manifester par le mouvement d'une voiture, la vibration d'une corde de guitare, ou la rotation d'une éolienne.
- **Quels sont les enjeux liés aux différentes sources d'énergie dans notre société ?** Analyse des avantages et inconvénients : coût, impact environnemental, disponibilité, efficacité. Réflexion sur la transition énergétique et les choix de société associés.
- **Comment observer les principes de conservation et de transformation de l'énergie au quotidien ?** Dans les transports : transformation de l'énergie chimique du carburant en énergie mécanique et thermique. Dans la cuisine : transformations multiples lors de la cuisson des aliments.
- **Comment notre compréhension de l'énergie influence-t-elle nos comportements ?** Impact sur nos choix de consommation et nos habitudes quotidiennes. Développement d'une conscience écologique et énergétique responsable.

Étape 2 – Impact environnemental et social des différentes formes d'énergie



Contexte et description du problème à résoudre à cette étape : Après avoir exploré et identifié les différentes formes d'énergie dans la première phase, les élèves sont maintenant prêts à approfondir leur compréhension des implications plus larges de ces formes d'énergie. Dans cette deuxième phase, l'attention se porte sur les dimensions environnementales et sociales associées à la production, distribution, utilisation et fin de vie des différentes formes d'énergie. À travers des activités d'analyse en groupe et de réflexion collective, les élèves développent leur capacité à évaluer de manière critique les avantages et inconvénients des différentes options énergétiques. Cette approche permet de faire le lien entre les connaissances scientifiques acquises précédemment et les grandes problématiques contemporaines liées à l'énergie, favorisant ainsi une compréhension plus globale et contextualisée des enjeux énergétiques.

Objectifs d'apprentissage: Analyser les impacts environnementaux des différentes formes d'énergie. Comprendre les implications sociales liées aux choix énergétiques. Développer un esprit critique face aux enjeux de la transition énergétique.

Conceptualisation



Question de recherche : Comment les différentes formes d'énergie génèrent-elles des impacts environnementaux et sociaux variés selon leur cycle de vie ?

- **Hypothèse :** Chaque forme d'énergie génère des impacts spécifiques qui varient selon les phases de son cycle de vie (production, distribution, utilisation, fin de vie), créant des profils environnementaux et sociaux distincts qui nécessitent une évaluation multicritère pour éviter les transferts de pollution et les inégalités sociales.
- **Concepts clés :**
 - Cycle de vie énergétique : Ensemble des étapes depuis l'extraction des ressources jusqu'à la fin de vie des installations (révèle les impacts cachés)
 - Impacts systémiques : Conséquences environnementales et sociales qui dépassent le seul moment de production d'énergie (élargit l'analyse aux effets indirects)
 - Analyse multicritère : Évaluation simultanée des dimensions environnementales et sociales pour éviter les optimisations partielles (guide les choix équilibrés)



Question de recherche : Quelles inégalités et injustices sociales sont créées ou reproduites par les choix énergétiques contemporains ?

- **Hypothèse :** Les systèmes énergétiques actuels reproduisent et amplifient les inégalités sociales en créant des disparités d'accès, des risques sanitaires différenciés et des bénéfices économiques inégalement répartis, nécessitant une approche de justice énergétique pour analyser ces enjeux.
- **Concepts clés :**
 - Justice énergétique : Approche qui examine la répartition équitable des bénéfices et des coûts des systèmes énergétiques (révèle les enjeux d'équité)
 - Précarité énergétique : Situation où l'accès à l'énergie est limité par des contraintes économiques ou techniques (illustre les inégalités concrètes)
 - Territoires énergétiques : Espaces géographiques qui subissent différemment les conséquences des choix énergétiques (montre les disparités spatiales)



Question de recherche : Comment concilier les impératifs environnementaux, sociaux et économiques dans les transitions énergétiques ?

- Hypothèse : La transition énergétique nécessite des arbitrages complexes entre objectifs environnementaux (réduction des impacts), sociaux (équité et acceptabilité) et économiques (coûts et emplois), qui ne peuvent être résolus que par des approches participatives intégrant toutes les parties prenantes.
- Concepts clés :
 - Transition juste : Processus de transformation énergétique qui prend en compte les impacts sociaux et assure un accompagnement équitable (guide les politiques de transition)
 - Acceptabilité sociale : Degré d'adhésion des populations aux projets énergétiques qui conditionne leur faisabilité (détermine le succès des transitions)
 - Arbitrages multi-objectifs : Négociations nécessaires entre objectifs parfois contradictoires dans les choix énergétiques (structure les processus de décision)

Investigation par les élèves

Cette phase s'appuie sur les connaissances acquises lors de la première phase pour explorer les dimensions environnementales et sociales de l'énergie. Pour assurer une continuité dans l'apprentissage et faciliter la structuration des nouvelles connaissances, plusieurs outils peuvent être mobilisés :



- Le tableau d'analyse à double entrée, qui facilite la comparaison et l'évaluation des impacts
- La matrice d'analyse multicritère, permettant une approche systémique des enjeux
- Les fiches de synthèse thématiques, pour condenser les conclusions par aspect étudié
- Le portfolio numérique enrichi, intégrant les nouvelles dimensions explorées

Dans notre proposition, nous utilisons principalement le tableau d'analyse à double entrée et l'organisation d'un débat structuré, mais l'enseignant peut adapter ces outils en fonction des caractéristiques de sa classe.

Organisation des groupes et préparation



Objectif : Structurer les groupes de travail et préparer le cadre d'analyse pour l'étude des impacts environnementaux et sociaux.

La classe est organisée en groupe, chacun spécialisé sur une forme d'énergie particulière (mécanique, thermique, électrique, chimique). Chaque groupe reçoit un dossier documentaire contenant :

- Des textes, graphiques et tableaux sur les impacts environnementaux de leur forme d'énergie
- Des articles sur les aspects sociaux (accessibilité, emploi, santé, organisation sociale)
- Des exemples concrets d'installations ou technologies correspondant à leur forme d'énergie
- Une grille d'analyse vierge à compléter (cf. annexe à imprimer "**Grille d'analyse**")

Les élèves commencent par explorer collectivement les documents et définissent leur méthodologie de travail au sein du groupe : répartition des rôles (animateur, rapporteur, documentaliste), organisation du temps, modalités de prise de décision pour remplir les grilles d'analyse.

Forme d'énergie	Documents environnementaux	Documents sociaux	Exemples concrets
Mécanique	Études d'impact des éoliennes, données sur les barrages, efficacité des systèmes	Articles sur l'acceptabilité des infrastructures, emplois générés	Cas du barrage des Trois-Gorges, parc éolien offshore
Thermique	Émissions de CO ₂ , réchauffement climatique, isolation thermique	Précarité énergétique, confort thermique	Centrales thermiques, réseaux de chaleur urbains
Électrique	Pertes réseau, technologies smart grid, mix électrique	Électrification rurale, coûts pour les ménages	Réseaux intelligents, blackouts historiques
Chimique	Cycles de vie des batteries, impact des carburants	Reconversion des métiers, enjeux sanitaires	Gigafactory Tesla, raffineries



Veillez à ce que les dossiers documentaires soient équilibrés et présentent des points de vue variés pour éviter tout biais. Les élèves doivent pouvoir accéder à des informations nuancées sur les avantages et inconvénients de chaque forme d'énergie.

Analyse des impacts environnementaux



Objectif : Identifier et évaluer de manière systématique les impacts environnementaux positifs et négatifs des différentes formes d'énergie tout au long de leur cycle de vie.

Chaque groupe travaille à l'élaboration d'un tableau d'analyse environnementale à double entrée pour sa forme d'énergie spécifique. Le tableau est structuré selon les différentes phases du cycle de vie (production, distribution, utilisation, fin de vie) et distingue les impacts positifs et négatifs.

Pour guider leur réflexion, les élèves disposent d'une liste de critères environnementaux à considérer :

- Émissions de gaz à effet de serre et autres polluants atmosphériques
- Consommation de ressources (matières premières, eau, terres)
- Impact sur la biodiversité et les écosystèmes
- Déchets générés et possibilités de recyclage
- Efficacité énergétique

Chaque groupe complète son tableau en s'appuyant sur la documentation fournie et peut enrichir ses réponses par des recherches complémentaires. Les élèves sont encouragés à quantifier les impacts lorsque c'est possible (chiffres, pourcentages, échelles) pour donner plus de précision à leur analyse.

Exemple de tableau à compléter par le groupe "Énergie Mécanique"

Aspects	Impacts positifs	Impacts négatifs
Production	<ul style="list-style-type: none">● Pas d'émissions de GES en fonctionnement pour les éoliennes et barrages● Ressource renouvelable (vent, eau)	<ul style="list-style-type: none">● Béton et matériaux pour la construction (éoliennes, barrages)● Modification des paysages
Distribution	<ul style="list-style-type: none">● Proximité possible des lieux de consommation● Réseau existant pour l'hydroélectricité	<ul style="list-style-type: none">● Lignes de transport nécessaires● Pertes énergétiques sur longues distances
Utilisation	<ul style="list-style-type: none">● Faible coût d'exploitation● Longue durée de vie des installations	<ul style="list-style-type: none">● Intermittence de certaines sources (éolien)● Gestion complexe des débits pour l'hydraulique
Fin de vie	<ul style="list-style-type: none">● Réversibilité possible des installations● Recyclage des matériaux métalliques	<ul style="list-style-type: none">● Démantèlement coûteux● Retraitement des pales d'éoliennes difficile

Pour réaliser cette analyse, les groupes sont invités à étudier des cas spécifiques correspondant à leur forme d'énergie par exemple :

Groupe Énergie mécanique :

- Étude détaillée des éoliennes : analyse des émissions évitées vs impact sur la biodiversité (oiseaux, chauves-souris), empreinte au sol, impact visuel
- Analyse des barrages hydroélectriques : production d'énergie stable et pilotable vs modification des écosystèmes fluviaux, déplacement de populations, sédimentation

Groupe Énergie thermique :

- Impact des centrales thermiques sur le réchauffement climatique : quantification des émissions, comparaison entre types de combustibles, technologies de captage de CO₂
- Solutions de récupération de chaleur et d'isolation : efficacité des différentes méthodes, coûts-bénéfices, applications dans l'habitat et l'industrie

Groupe Énergie électrique :

- Réseaux de distribution : analyse des pertes en ligne selon les technologies, emprise foncière des infrastructures, impacts visuels
- Développement des smart grids et leur potentiel écologique : optimisation de la consommation, intégration des énergies renouvelables, réduction des pics de demande

Groupe Énergie chimique :

- Analyse du cycle de vie complet des batteries : extraction des matières premières, fabrication, utilisation, recyclage
- Impact comparé des carburants fossiles vs alternatives biologiques : émissions directes et indirectes, utilisation des terres agricoles, impacts sur la sécurité alimentaire

Au terme de cette phase, chaque groupe présente brièvement son tableau environnemental complété au reste de la classe, en mettant en évidence les points les plus significatifs de leur analyse. Un temps court de questions-réponses permet aux autres groupes de demander des précisions ou d'apporter des compléments.



Encouragez les élèves à distinguer les impacts locaux des impacts globaux, ainsi que les impacts à court terme de ceux à long terme. Cette distinction favorise une analyse plus nuancée et systémique.

Étude des impacts sociaux



Objectif : Explorer les implications sociales multidimensionnelles des différentes formes d'énergie pour comprendre comment les choix énergétiques affectent les individus et les communautés.

Après avoir analysé les impacts environnementaux, les groupes se concentrent maintenant sur les dimensions sociales de leur forme d'énergie. Pour structurer cette exploration, quatre axes principaux sont proposés :

- **Accès à l'énergie** : Disponibilité géographique de la ressource / Coût pour l'utilisateur final / Fiabilité et stabilité de l'approvisionnement / Inégalités territoriales et solutions possibles
- **Emploi et formation** : Types et nombre d'emplois générés / Qualifications requises et évolution des compétences / Reconversion professionnelle et accompagnement / Impact sur les économies locales
- **Santé et bien-être** : Risques sanitaires directs (pollution, accidents) / Effets indirects sur la qualité de vie / Perception du risque par les populations / Mesures de prévention et protection
- **Organisation sociale** : Gouvernance et participation citoyenne / Autonomie énergétique des territoires / Évolution des modes de consommation / Acceptabilité sociale des infrastructures

Exemple de tableau pour le groupe "Énergie Électrique"

Axes	Questions clés	Éléments d'analyse
Accès à l'énergie	Comment garantir un accès équitable à l'électricité ?	<ul style="list-style-type: none">● Tarification sociale● Électrification rurale● Autoproduction● Précarité énergétique
Emploi et formation	Quelles évolutions professionnelles implique la modernisation des réseaux ?	<ul style="list-style-type: none">● Nouveaux métiers (data, smart grids)● Besoins en techniciens qualifiés● Formation continue● Reconversion des métiers traditionnels
Santé et bien-être	Quels sont les risques associés aux installations électriques ?	<ul style="list-style-type: none">● Exposition aux champs électromagnétiques● Sécurité des installations● Dépendance aux appareils électriques● Confort moderne
Organisation sociale	Comment les smart grids transforment-ils notre rapport à l'énergie ?	<ul style="list-style-type: none">● Consommateurs-producteurs (prosumers)● Communautés énergétiques● Gestion de la demande● Protection des données de consommation

Pour rendre leur analyse plus concrète, chaque groupe est invité à présenter un cas d'étude spécifique ou un exemple illustrant particulièrement bien les enjeux sociaux de leur forme d'énergie :

- **Exemple "Énergie mécanique"** : l'acceptabilité sociale des éoliennes dans un territoire rural, les déplacements de population liés à la construction d'un grand barrage.
- **Exemple "Énergie thermique"** : La précarité énergétique et les solutions d'accompagnement pour les ménages vulnérables, ainsi que l'impact des vagues de chaleur sur les populations urbaines et les solutions d'adaptation.
- **Exemple "Énergie électrique"** : Le développement des communautés énergétiques locales autour de l'électricité solaire, et l'accès à l'électricité dans les zones rurales des pays en développement.
- **Exemple "Énergie chimique"** : La reconversion des travailleurs de l'industrie pétrolière face à la transition énergétique, et les enjeux géopolitiques liés aux ressources nécessaires pour les batteries (lithium, cobalt).



À l'issue de cette analyse, chaque groupe présente sa réalisation et ses analyses au reste de la classe, en mettant l'accent sur les particularités de leur forme d'énergie et les enjeux les plus significatifs identifiés.

Restitution et réflexion

Pour clôturer la phase, l'enseignant organise une synthèse collective visant à confronter les analyses des différents groupes pour développer une vision systémique des enjeux énergétiques et formuler collectivement des pistes d'action pour une transition juste et durable.

Cette confrontation prend la forme d'un débat structuré autour de trois questions fondamentales :

- **Comment concilier les besoins énergétiques et la préservation de l'environnement ?**
- **Quelles solutions pour réduire les inégalités d'accès à l'énergie ?**
- **Comment accompagner la transition énergétique de manière socialement juste ?**

Chaque groupe désigne deux représentants - un expert "environnement" et un expert "social" - qui développent leurs analyses durant les échanges. Les discussions sont modérées par l'enseignant qui veille à faire émerger les points de convergence et de divergence, ainsi que des propositions concrètes.

Cette réflexion personnelle permet d'ancrer les apprentissages et de faire le lien entre les connaissances théoriques et l'engagement pratique :

Connaissances mobilisées : Cette phase a permis aux élèves d'appréhender la complexité des enjeux énergétiques en intégrant les dimensions environnementales et sociales à leurs connaissances scientifiques préalables. Ils ont développé une compréhension plus nuancée des avantages et inconvénients de chaque forme d'énergie, ainsi que des interdépendances entre choix énergétiques, impacts écologiques et conséquences sociales.



Réflexion sur la mise en œuvre en classe : L'approche par analyse systématique puis débat structuré favorise le développement de l'esprit critique et de la capacité à articuler différentes dimensions d'un problème complexe. Le maintien des groupes spécialisés suivi d'une mise en commun permet d'approfondir l'expertise tout en développant une vision d'ensemble.

Résultats d'apprentissage : Les élèves ont acquis des outils d'analyse multidimensionnelle applicables à d'autres questions socio-scientifiques. Ils ont développé leur capacité à évaluer de façon critique les informations, à considérer différentes perspectives et à formuler des jugements nuancés sur des questions complexes.

Pour prolonger cette phase et ancrer davantage les apprentissages dans une démarche concrète, plusieurs pistes peuvent être explorées :

- **Projet d'action locale :** Concevoir et mettre en œuvre un projet concret à l'échelle de l'établissement ou du quartier (diagnostic énergétique, campagne de sensibilisation, installation de petits équipements renouvelables).
- **Rencontre avec des professionnels :** Organiser des échanges avec des acteurs du secteur énergétique (techniciens, ingénieurs, décideurs politiques, militants associatifs) pour confronter les analyses des élèves aux réalités du terrain.
- **Prospective et créativité :** Imaginer un scénario énergétique pour leur territoire à horizon 2050, en intégrant les dimensions technologiques, environnementales et sociales abordées pendant la phase.
- **Exploration des controverses :** Approfondir l'étude d'une controverse énergétique actuelle (nucléaire, méthanisation, hydrogène) en analysant les arguments des différentes parties prenantes et les valeurs sous-jacentes à ces positions.

Ces prolongements permettraient aux élèves de mobiliser leurs connaissances dans des contextes concrets, renforçant ainsi leur capacité d'action et leur sentiment de pouvoir contribuer positivement aux défis énergétiques contemporains.

Étape 3 – Imaginer un monde sans l'une ou l'autre de ces formes d'énergie



Contexte et description du problème à résoudre à cette étape : Après avoir exploré les différentes formes d'énergie (phase 1) et analysé leurs impacts environnementaux et sociaux (phase 2), cette troisième phase invite les élèves à développer leur pensée prospective et créative. À travers un exercice de projection, ils sont amenés à imaginer les conséquences systémiques qu'entraînerait l'absence d'une forme d'énergie spécifique. Cette démarche d'anticipation permet de mettre en évidence l'interdépendance entre les différentes formes d'énergie, leur place respective dans notre société, et les adaptations nécessaires en cas de pénurie ou de disparition. Par ce travail d'imagination structurée, les élèves développent une compréhension plus profonde des enjeux de résilience énergétique et des alternatives possibles face aux défis futurs.

Objectifs d'apprentissage : Identifier les dépendances critiques à certaines formes d'énergie. Développer des scénarios d'adaptation face à une contrainte énergétique majeure. Comprendre les interconnexions entre les systèmes énergétiques, économiques et sociaux.

Conceptualisation



Question de recherche : Quelles sont les vulnérabilités cachées de nos systèmes socio-techniques face à la disparition d'une forme d'énergie majeure ?

- **Hypothèse :** Notre société contemporaine présente des dépendances énergétiques critiques largement invisibles qui, en cas de pénurie d'une forme d'énergie spécifique, révéleraient des vulnérabilités systémiques majeures nécessitant des adaptations en cascade dans tous les secteurs de la société.
- **Concepts clés :**
 - Dépendances critiques : Liens vitaux entre une forme d'énergie et le fonctionnement de secteurs essentiels de la société (révèle les points de fragilité du système)
 - Effets domino : Propagation des dysfonctionnements d'un secteur à l'autre suite à une pénurie énergétique (illustre les interdépendances systémiques)
 - Seuils de résilience : Capacité limitée des systèmes à maintenir leurs fonctions face à une contrainte énergétique (détermine les limites de l'adaptation)



Question de recherche : Quelles capacités d'adaptation et d'innovation émergent face à une contrainte énergétique majeure ?

- **Hypothèse :** Les contraintes énergétiques sévères stimulent l'innovation technique et sociale, favorisant l'émergence de solutions alternatives et de nouveaux modes d'organisation qui peuvent s'avérer plus durables et équitables que les systèmes actuels.
- **Concepts clés :**
 - Innovation sous contrainte : Processus créatif déclenché par la rareté qui génère des solutions techniques et sociales inédites (montre le potentiel adaptatif humain)
 - Réorganisation sociale : Transformation des modes de vie et d'organisation collective pour s'adapter aux nouvelles conditions énergétiques (explore les alternatives sociétales)
 - Sobriété créative : Approche qui transforme les limitations énergétiques en opportunités d'amélioration de la qualité de vie (dépasse la vision de privation)



Question de recherche : Comment les scénarios prospectifs de pénurie énergétique éclairent-ils les choix énergétiques actuels ?

- **Hypothèse** : L'exploration imaginée de futurs contraints énergétiquement permet de révéler les enjeux cachés des choix énergétiques contemporains et de développer une conscience critique des vulnérabilités et opportunités de nos systèmes actuels.
- **Concepts clés** :
 - Prospective énergétique : Méthode d'exploration des futurs possibles pour éclairer les décisions présentes (guide l'anticipation stratégique)
 - Rétropolation (backcasting) : Reconstruction des chemins possibles depuis un futur imaginé vers le présent (structure la planification de transition)
 - Résilience énergétique : Capacité d'un système à maintenir ses fonctions essentielles malgré les perturbations énergétiques (oriente les stratégies préventives)

Investigation par les élèves

Cette phase mobilise particulièrement la pensée créative et prospective des élèves, tout en s'appuyant sur les connaissances scientifiques acquises lors des phases précédentes. Pour accompagner ce travail d'imagination structurée, plusieurs méthodes peuvent être utilisées :



- La technique des scénarios, pour explorer méthodiquement différentes trajectoires possibles
- Le backcasting (ou rétopolation), qui part d'un futur imaginé pour reconstruire le chemin qui y mène
- Le worldbuilding, qui consiste à créer un monde cohérent avec ses propres règles, contraintes et adaptations
- La carte des impacts systémiques, pour visualiser les interconnexions et effets en cascade
- La narration créative, pour donner vie aux scénarios imaginés et faciliter leur communication

Dans notre proposition, nous combinons ces approches pour permettre aux élèves de développer une réflexion à la fois créative et rigoureuse sur les conséquences d'un monde sans une forme d'énergie spécifique.

Préparation et définition des scénarios



Objectif : Définir le cadre de réflexion et structurer les scénarios à explorer pour chaque groupe.

L'enseignant commence par une séance d'introduction expliquant l'objectif de cette nouvelle phase : il s'agit d'un exercice de prospective qui vise à imaginer un futur alternatif où une forme d'énergie serait absente ou drastiquement limitée.



FLASH INFO SPÉCIAL : CRISE ÉNERGÉTIQUE MAJEURE

Suite à un incident international majeur, le gouvernement vient d'annoncer des mesures d'urgence exceptionnelles. À partir de demain et pour une durée indéterminée, des restrictions sévères seront mises en place concernant une source d'énergie essentielle. Les experts préviennent : cette crise pourrait durer bien plus longtemps que prévu initialement. Les autorités appellent au calme et à la solidarité nationale face à cette situation sans précédent...



L'enseignant lance ensuite la discussion avec des questions simples :

- "Que se passerait-il si, du jour au lendemain, nous n'avions plus accès à l'électricité pendant une semaine entière?"
- "Comment s'organiserait votre journée si tous les carburants devenaient indisponibles?"

Après un court brainstorming collectif où les élèves partagent leurs premières réactions, l'enseignant explique l'objectif de la phase : explorer systématiquement les conséquences de l'absence d'une forme d'énergie majeure, d'abord à court terme puis dans une perspective plus longue, pour comprendre notre dépendance aux différentes sources d'énergie et imaginer des adaptations possibles.

Les élèves sont répartis en trois groupes thématiques, chacun explorant un scénario concret :

- **Groupe 1 : Vivre sans électricité** Suite à une défaillance majeure des infrastructures, l'approvisionnement électrique devient extrêmement limité et imprévisible.
- **Groupe 2 : Vivre sans carburants liquides** Face à une pénurie mondiale, l'essence et le diesel deviennent rares, rationnés, puis presque inaccessibles pour les usages personnels.
- **Groupe 3 : Vivre sans chauffage conventionnel** Les ressources de gaz naturel s'épuisent rapidement et des restrictions drastiques sont imposées sur le chauffage des bâtiments.

Chaque groupe reçoit une **fiche de mission** simple et concrète qui structure leur exploration (version vierge en annexe "**Fiche de mission**").

Exemple pour le Groupe 1 (Une semaine sans électricité)

MISSION	EXPLORER UN MONDE AVEC PEU D'ÉLECTRICITÉ
Situation	Suite à une défaillance majeure des infrastructures, l'approvisionnement en électricité devient extrêmement limité. Les experts annoncent une crise qui s'aggraverait progressivement.
Votre défi	Imaginer comment notre société s'adapterait à cette pénurie sur différentes périodes.
Phase 1 - URGENCE (1 semaine)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Quels services essentiels seraient immédiatement affectés? 2. Comment assurer les besoins vitaux (nourriture, eau, soins, sécurité)? 3. Quelles solutions d'urgence pourraient être déployées rapidement? 4. Qui serait le plus vulnérable et comment les protéger?
Phase 2 - ADAPTATION (1 an)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comment les habitudes quotidiennes changeraient-elles? 2. Quelles alternatives techniques pourraient être développées? 3. Comment les écoles, entreprises et services publics se réorganiseraient-ils? 4. Quelles nouvelles compétences deviendraient essentielles?
Phase 3 - TRANSFORMATION (10 ans)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comment l'habitat et l'urbanisme évolueraient-ils? 2. Quelles innovations majeures apparaîtraient? 3. Comment le travail, l'éducation et les loisirs seraient-ils repensés? 4. Quels aspects de la vie actuelle disparaîtraient et quels nouveaux modes de vie émergeraient?
Production attendue	Un dossier "Vivre sans électricité" présentant vos analyses et solutions pour chaque phase, illustré par des exemples concrets et des schémas explicatifs.

Les élèves prennent un temps de réflexion individuelle pour noter leurs premières idées sur le scénario qui leur est attribué. Ils partagent ensuite ces idées au sein de leur groupe et commencent à esquisser collectivement les contours de leur monde sans la forme d'énergie concernée.



Encouragez les élèves à trouver un équilibre entre imagination créative et réalisme scientifique. Leurs scénarios doivent être à la fois originaux et ancrés dans les connaissances acquises lors des phases précédentes.

Analyse des impacts en cascade



Objectif : Identifier méthodiquement comment l'absence d'une forme d'énergie affecte différents secteurs de la société sur trois horizons temporels.

Dans cette étape, chaque groupe analyse les impacts de la pénurie énergétique qui lui a été attribuée sur différents secteurs essentiels de la société. Cette analyse se fait selon les trois horizons temporels définis précédemment : urgence (1 semaine), adaptation (1 an) et transformation (10 ans). Les élèves utilisent une matrice d'analyse sectorielle (disponible en annexe "Matrice d'analyse sectorielle") pour structurer leur réflexion : Pour guider leur réflexion, les élèves disposent d'une liste de critères environnementaux à considérer :

Secteur	Phase d'urgence (1 semaine)	Phase d'adaptation (1 an)	Phase de transformation (10 ans)
Transport			
Habitat et bâtiments			
Production industrielle			
Agriculture et alimentation			
Services et commerce			
Communications et numérique			
Santé et éducation			

Pour chaque cellule du tableau, les élèves identifient :

- Les problèmes concrets rencontrés
- Les besoins essentiels à satisfaire
- Les solutions possibles (techniques, organisationnelles, sociales)
- Les opportunités potentielles de changement positif

Exemple partiel pour le Groupe 2 (Vivre sans carburants liquides)

Secteur	Phase d'urgence (1 semaine)	Phase d'adaptation (1 an)	Phase de transformation (10 ans)
Transport	Arrêt des déplacements en voiture individuelle Perturbation des livraisons Embouteillages massifs aux stations-service → Solutions : covoiturage d'urgence, priorité aux véhicules essentiels, déplacements à vélo	Développement des transports en commun Réorganisation des chaînes logistiques Essor du télétravail et des services de proximité → Solutions : plans de mobilité collective, vélos cargos, commerce local	Villes redessinées autour des mobilités douces Infrastructures pour véhicules alternatifs (électriques, hydrogène) Relocalisation des activités → Solutions : urbanisme de proximité, réseaux de transport multimodaux
Agriculture et alimentation	Difficultés d'approvisionnement des supermarchés Pénuries localisées Produits frais moins disponibles → Solutions : systèmes de distribution d'urgence, partage communautaire, cuisine collective	Transformation des chaînes alimentaires Essor de l'agriculture périurbaine Réduction des aliments transportés sur longue distance → Solutions : circuits courts, conserverie locale, marchés de proximité	Agriculture urbaine généralisée Alimentation largement relocalisée Nouvelles pratiques alimentaires adaptées aux productions locales → Solutions : fermes verticales, jardins communautaires, cuisine saisonnière

Après avoir complété leur matrice sectorielle, les groupes élaborent une représentation libre des "effets domino" montrant comment les différents secteurs s'influencent mutuellement. Par exemple, les problèmes de transport affectent l'alimentation, qui influence la santé, etc. Cette visualisation aide à comprendre les interdépendances systémiques.

Création de récits d'adaptation



Objectif : Rendre vivantes et concrètes les adaptations identifiées en créant des récits réalistes qui illustrent comment individus et communautés s'adaptent à chaque phase.

Après avoir analysé les impacts sectoriels, chaque groupe crée un "Guide du nouvel habitant" illustrant comment la vie quotidienne s'est réorganisée après 10 ans d'adaptation à la pénurie énergétique. Ce guide présente de façon simple et visuelle :

- Le nouveau fonctionnement de la communauté (horaires, règles communes, systèmes d'entraide)
- Les solutions techniques qui se sont généralisées pour remplacer l'énergie manquante
- Les compétences devenues précieuses et comment les acquérir
- Un calendrier saisonnier des activités et ressources
- Une carte du quartier montrant les lieux importants (centres communautaires, points d'échange, espaces de production)
- Un lexique des nouveaux termes et expressions courants

Le guide peut prendre la forme d'un dépliant illustré ou d'une série d'affiches thématiques avec dessins, schémas et textes courts. L'objectif est de montrer que la société n'a pas simplement survécu, mais s'est transformée en

La vie sans électricité - Guide pratique pour les nouveaux habitants - 2035

ORGANISATION DE NOTRE COMMUNAUTÉ

Notre quartier fonctionne selon le rythme solaire. Les activités communes suivent un calendrier strict affiché sur la place centrale :

- Lever du soleil à 10h : ouverture des ateliers et écoles
- Midi à 14h : repas communautaire au réfectoire principal
- 14h à 18h : travaux collectifs selon le planning hebdomadaire
- Coucher du soleil : activités culturelles et sociales (contes, musique, jeux)

ÉQUIPEMENTS ESSENTIELS À CONNAÎTRE

- La tour des miroirs : notre système d'éclairage public utilisant des miroirs orientables pour rediriger la lumière solaire dans les rues principales
- Les puits de fraîcheur : caves communautaires naturellement fraîches pour la conservation des aliments
- L'atelier cinétique : où vous pourrez recharger vos appareils mécaniques grâce aux vélos générateurs
- La bibliothèque des savoirs : conserve les connaissances techniques sur papier et forme aux compétences essentielles



COMPÉTENCES VALORISÉES

- Réparation mécanique : entretien des systèmes à ressort et des mécanismes manuels
- Gestion thermique passive : techniques pour réguler la température sans électricité
- Communication optique : utilisation des héliographes et des systèmes de signaux visuels
- Médecine préventive : pratiques de santé naturelles et premiers secours

OBJETS DU QUOTIDIEN

- La montre à quartz solaire : remplace les horloges électriques
- Le réfrigérateur à absorption : fonctionne avec une petite flamme ou la chaleur solaire
- La radio à manivelle : pour les communications d'urgence et les nouvelles hebdomadaires
- L'éclairage à biomasse purifiée : lampes propres et efficaces remplaçant les ampoules

UNE JOURNÉE TYPE À NOUVELLE-CLARTÉ

- Matin : Réveil avec la lumière naturelle. Petit-déjeuner préparé sur le four solaire communautaire. Les enfants se rendent à l'école à pied, accompagnés par les parents de garde du jour. Les adultes rejoignent leurs activités, principalement situées à moins de 15 minutes à pied.
- Midi : La cloche manuelle sonne le rassemblement au réfectoire. Les repas, préparés avec les produits des jardins communautaires, sont servis sur des plats réutilisables que chacun rapporte chez soi pour les laver.
- Après-midi : Travail dans les ateliers ou les jardins. L'après-midi du mercredi est consacré à l'entretien des systèmes communautaires (nettoyage des panneaux solaires, maintenance des systèmes de récupération d'eau).
- Soir : Avec la baisse de luminosité, les activités se recentrent autour des foyers et des places publiques éclairées par les lampes centrales. Lecture, musique acoustique et jeux de société ont remplacé les écrans. Le couvre-feu naturel intervient vers 21h en hiver, plus tard en été.

Restitution et réflexion

À l'issue des travaux de groupe sur les scénarios "Vivre sans certaines formes d'énergie", une session de partage et de synthèse permet de consolider les apprentissages. Chaque groupe présente ses récits, mettant en lumière l'évolution des défis et solutions à travers les différentes temporalités, depuis la crise immédiate jusqu'à la transformation profonde de la société.

La confrontation des différents scénarios révèle des enseignements précieux :

Connaissances mobilisées : Cette phase a permis aux élèves de développer une compréhension approfondie des multiples rôles que jouent les différentes formes d'énergie dans notre société. En imaginant des mondes sans certaines énergies, ils ont pu mesurer concrètement l'ampleur de notre dépendance énergétique tout en découvrant le potentiel d'adaptation et d'innovation face à des contraintes majeures. Le tableau de synthèse élaboré collectivement met en évidence les vulnérabilités majeures, les adaptations prometteuses et les transformations profondes associées à chaque forme d'énergie.



Réflexion sur la mise en œuvre en classe : L'approche par scénarios temporels (urgence, adaptation, transformation) s'est avérée particulièrement efficace pour comprendre les différentes dynamiques d'ajustement, des réponses immédiates aux transformations structurelles. Le recours aux récits concrets a permis de rendre tangibles des concepts parfois abstraits et de mobiliser différents types d'intelligence et de créativité. La table ronde comparative a favorisé l'émergence d'une vision systémique des enjeux énergétiques.

Résultats d'apprentissage : Les élèves ont développé leur capacité à analyser des situations complexes, à identifier des interdépendances systémiques, et à imaginer des solutions créatives face à des contraintes. Les réflexions personnelles rédigées par chaque élève témoignent d'une prise de conscience approfondie des enjeux de résilience et de soutenabilité, tout en révélant une vision plus nuancée des différentes formes d'énergie, au-delà des simples classifications techniques vues dans la première phase.

Pour ancrer ces apprentissages dans une perspective citoyenne active, plusieurs prolongements peuvent être envisagés :

- **Projet d'action concrète :** Mettre en œuvre à l'échelle de l'établissement ou du foyer une des adaptations prometteuses identifiées pendant la phase (par exemple, développer un système d'éclairage moins énergivore ou optimiser les déplacements).
- **Enquête auprès d'experts :** Confronter les scénarios imaginés avec les perspectives de professionnels (énergéticiens, urbanistes, sociologues) pour affiner les analyses et découvrir les stratégies réellement envisagées par les acteurs du domaine.
- **Élaboration d'une charte :** Rédiger collectivement une "charte de la résilience énergétique" proposant des principes et des actions concrètes pour réduire les vulnérabilités identifiées pendant la phase.
- **Communication élargie :** Transformer les productions des élèves en supports de sensibilisation (exposition, site web, podcast) destinés aux autres classes ou aux familles, pour partager les prises de conscience et encourager la réflexion collective sur nos usages de l'énergie.

Cette phase, en venant compléter les deux précédentes sur les formes d'énergie et leurs impacts environnementaux et sociaux, permet aux élèves de développer une compréhension véritablement intégrée des enjeux énergétiques contemporains, alliant connaissances scientifiques, conscience des impacts et réflexion prospective sur les possibles évolutions de notre rapport à l'énergie.



Fiche d'observation

Nom de l'élève :

Date:

Station

Ce que j'observe

Mesures effectuées

Transformation(s)
d'énergie observée(s)

Schéma de
l'expérience

Questions/Remarques



Grille d'analyse des impacts sociaux et environnementaux

Forme d'énergie :

Nom des membres du groupe :

Date :

PARTIE 1 : IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Complétez le tableau ci-dessous en identifiant les impacts positifs et négatifs de votre forme d'énergie à chaque étape de son cycle de vie.

Étape du cycle de vie	Impacts positifs	Impacts négatifs
PRODUCTION Extraction des ressources, construction des installations, fabrication des équipements		
DISTRIBUTION Transport, stockage, réseaux		
UTILISATION Fonctionnement, maintenance, efficacité		
FIN DE VIE Démantèlement, recyclage, déchets		

Critères environnementaux à considérer :

- Émissions de gaz à effet de serre (CO₂, méthane, etc.)
- Autres polluants atmosphériques (particules fines, NO_x, SO_x, etc.)
- Consommation de ressources (matières premières, eau, terres)
- Impact sur la biodiversité et les écosystèmes
- Déchets générés (quantité, toxicité, durée de vie)
- Possibilités de recyclage et d'économie circulaire
- Efficacité énergétique (rendement, pertes)
- Résilience face aux changements climatiques



CAS CONCRET

Analysez en détail un exemple spécifique illustrant les impacts environnementaux de votre forme d'énergie.

Nom du cas :	
Description de l'installation/technologie :	
Principaux impacts environnementaux positifs :	
Principaux impacts environnementaux négatifs :	
Solutions ou technologies d'atténuation existantes :	

PARTIE 2 : IMPACTS SOCIAUX

Explorez les implications sociales de votre forme d'énergie selon les quatre axes suivants.

AXE 1 : ACCÈS À L'ÉNERGIE

Questions	Analyse et exemples
Disponibilité géographique de cette forme d'énergie	
Coût pour l'utilisateur final	
Fiabilité et stabilité de l'approvisionnement	
Inégalités territoriales observées	
Solutions possibles pour un accès plus équitable	

AXE 2 : EMPLOI ET FORMATION

Questions	Analyse et exemples
Types et nombre d'emplois générés	
Qualifications requises	
Évolution des métiers et compétences	
Impact sur les économies locales	
Besoins en formation et reconversion	

AXE 3 : SANTÉ ET BIEN-ÊTRE

Questions	Analyse et exemples
Risques sanitaires directs	
Effets indirects sur la qualité de vie	
Perception du risque par les populations	
Mesures de prévention et protection	
Bénéfices potentiels pour la santé	

AXE 4 : ORGANISATION SOCIALE

Questions	Analyse et exemples
Gouvernance et participation citoyenne	
Autonomie énergétique des territoires	
Évolution des modes de consommation	
Acceptabilité sociale des infrastructures	
Nouvelles formes d'organisation collective	



CAS D'ÉTUDE SOCIAL

Présentez un exemple concret illustrant les enjeux sociaux liés à votre forme d'énergie.

Nom du cas :	
Contexte du cas d'étude :	
Acteurs impliqués et leurs positions :	
Principaux enjeux sociaux identifiés :	
Pistes de solutions ou compromis possibles :	

PARTIE 3 : SYNTHÈSE ET PROPOSITIONS

Forces et faiblesses principales

Forces	Faiblesses



Fiche de mission

MISSION	
Situation	
Votre défi	
Phase 1 - URGENCE (1 semaine)	
Phase 2 - ADAPTATION (1 an)	
Phase 3 - TRANSFORMATION (10 ans)	
Production attendue	



Matrice d'analyse sectorielle

Secteur	Phase d'urgence (1 semaine)	Phase d'adaptation (1 an)	Phase de transformation (10 ans)
Transport			
Habitat et bâtiments			
Production industrielle			
Agriculture et alimentation			
Services et commerce			
Communications et numérique			
Santé et éducation			