

MISE EN ACTIVITÉ À PARTIR DE LA NOTE
DU HAUT-COMMISSARIAT À LA STRATÉGIE ET AU PLAN
Décarboner l'acier : enjeux économiques,
sociaux et environnementaux

LIVRET ENSEIGNANTS - PARTIE 2



Sébastien Kalifa et Fannie O-Sullivan
Professeurs au Lycée Arago de Perpignan (Académie de Montpellier)

Maxime Gérardin et Simon Ferrière
département Développement durable et Numérique

La Note d'analyse n° 149, France Stratégie, janvier 2025

[https://www.strategie-plan.gouv.fr/files/files/Publications/
2025/2025-01-23%20-%20NA%20Acier/FS-2025-NA149-Acier-23janvier.pdf](https://www.strategie-plan.gouv.fr/files/files/Publications/2025/2025-01-23%20-%20NA%20Acier/FS-2025-NA149-Acier-23janvier.pdf)



8.2 - ACTIVITÉS CENTRALES EN TERMINALE

Chapitre	Objectif d'apprentissage
• Quels sont les sources et les défis de la croissance économique ?	• Comprendre qu'une croissance économique soutenable se heurte à des limites écologiques (notamment l'épuisement des ressources, la pollution et le réchauffement climatique) et que l'innovation peut aider à reculer ces limites.

8.2.1 - Les limites écologiques de la croissance

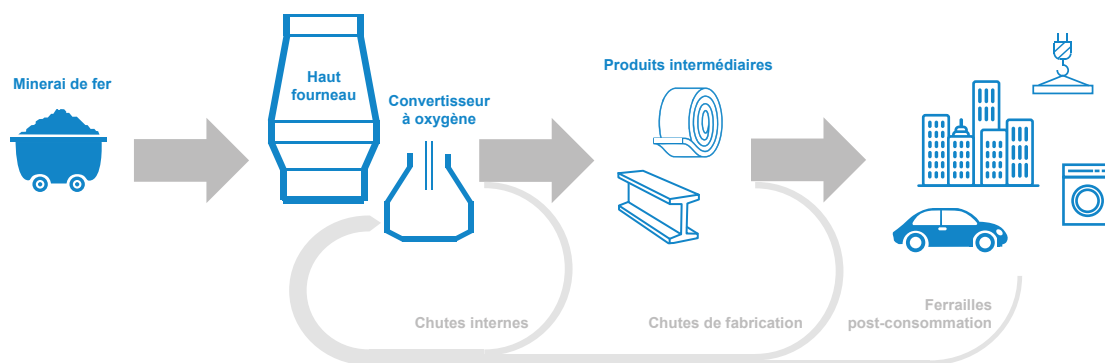
Activité 1

Q1. Rappeler les 3 caractéristiques d'une externalité négative.

- L'activité à l'origine de l'externalité est économique.
- Elle génère une conséquence négative sur autrui.
- Une externalité se traduit par une absence de compensation monétaire.

Q2. En vous appuyant notamment sur le schéma ci-dessous, montrez que chaque étape du processus de production de l'acier génère des externalités négatives.

Figure 1 – Production d'acier par la filière intégrée

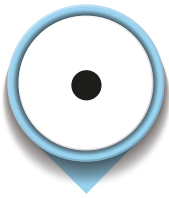


Notes : ce schéma, où une filière intégrée incorpore les déchets post-consommation et fournit toutes sortes de produits, correspond bien à la situation en Europe dans la période 1955-1975 ou en Chine jusqu'à récemment. Outre les éléments présentés ici, le processus consomme d'autres intrants (chaux, électricité) et génère des sous-produits : gaz, « laitiers » qui peuvent être utilisés dans l'industrie du ciment, etc.

Source : Note France Stratégie « Décarbonation de l'acier et des métaux de base : envoyons les bons signaux » par Maxime Gérardin et Simon Ferrière, janvier 2025, N° 149, page 2

Les polluants générés lors de la fabrication de l'acier proviennent de différentes étapes du processus, dont l'**extraction des matières premières**, le processus de fonderie et la phase de finition. Parmi les principaux polluants de l'industrie de l'acier, on peut citer :

- Qualité de l'air et santé publique : **les particules en suspension (PM₁₀ et PM_{2,5})** sont principalement libérées lors des processus d'usinage et de fonderie, affectant négativement la qualité de l'air et la santé publique en favorisant et en aggravant les pathologies respiratoires.
- Gaz à effet de serre et changement climatique : le **dioxyde de carbone (CO₂)** est le principal gaz libéré dans l'atmosphère lors de la fabrication de l'acier. La production



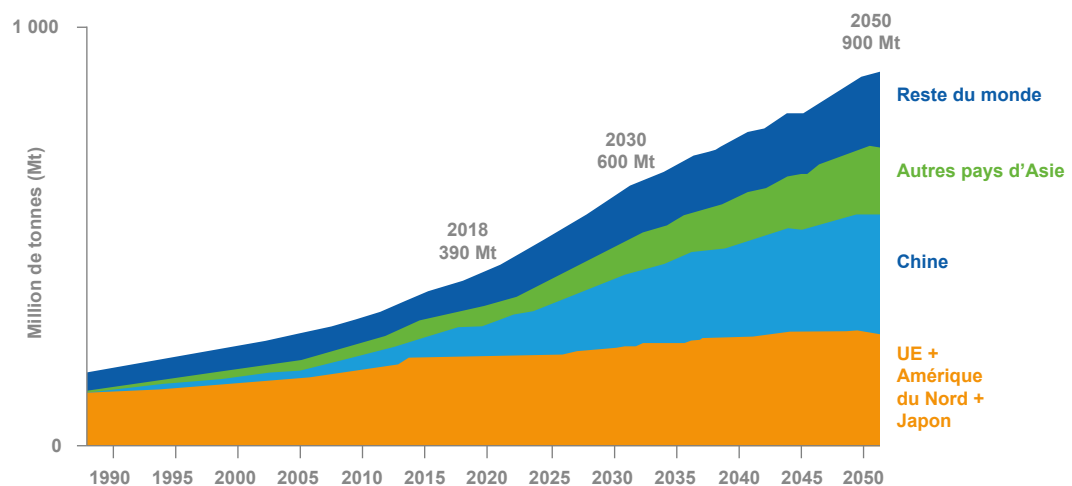
d'acier est l'une des activités industrielles les plus intensives en termes de rejet de carbone. Ces rejets sont dus à la combustion de combustibles fossiles tels que le charbon et le gaz naturel pour atteindre les hautes températures requises pour le fonctionnement des fours de fusion sidérurgiques. D'autres émissions de gaz sont à leur tour générées, telles que l'émission de **méthane (CH₄)**, un gaz encore plus nocif en raison de son potentiel d'altération de l'atmosphère et de sa contribution au réchauffement climatique 28 fois supérieurs à ceux du CO₂, l'émission de **monoxyde de carbone (CO)** produit lors de la combustion incomplète des combustibles, l'émission de **dioxyde de soufre (SO₂)** et celle de **protoxyde d'azote (N₂O)**.

Q3. En quoi les émissions de gaz à effet de serre (GES) constituent-elles une limite écologique de la croissance économique ?

Si la croissance économique permet de satisfaire des besoins humains croissants, les émissions de GES qu'elle génère sont à l'origine du dérèglement climatique, processus qui s'accompagne de la montée des océans, de la problématique des exilés climatiques, de l'augmentation des épisodes climatiques extrêmes comme les sécheresses ou les inondations, etc.

Activité 2

Figure 5 – Évolution du flux de ferrailles post-consommation



Lecture : d'après l'analyse et les projections de World Steel, les ferrailles post-consommation ont atteint vers 1990 la production brute d'acier de 1950 (+ 40 ans), et atteindraient en 2050 la production de 2002 (+ 48 ans).

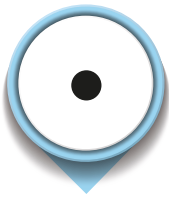
Source : Note France Stratégie « Décarbonation de l'acier et des métaux de base : envoyons les bons signaux » par Maxime Gérardin et Simon Ferrière, janvier 2025, N° 149, page 6

Q1. Comment la quantité de ferrailles post-consommation est-elle amenée à évoluer entre 1990 et 2050 ? Utiliser l'outil statistique le plus adapté pour rendre compte de cette évolution.

Le flux de ferrailles post-consommation est amené à augmenter fortement et de façon continue entre 1990 et 2050. Il devrait passer approximativement de 225 tonnes en 1990 à 900 tonnes en 2050. Il sera donc multiplié par 4 sur la période ($900/225 = 4$).

Q2. Comment le poids de chaque région du monde dans le flux de ferrailles post-consommation évolue-t-il entre 1990 et 2050 ?

Si les pays industrialisés de l'hémisphère nord sont les principaux fournisseurs de ferrailles post-consommation en 1990, à hauteur des 3/4 du total, la situation sera



radicalement différente en 2050 avec une répartition plus équilibrée : 1/3 du total pour les pays de l'hémisphère nord ; 1/3 pour la seule Chine ; 1/3 pour les autres pays du monde, dont ceux d'Asie en dehors de la Chine.

Q3. Comment expliquer la présence croissante de flux de ferrailles dans les pays émergents ?

La présence croissante de flux de ferrailles dans les pays émergents s'explique par le développement de leurs économies, que ce soit en Asie ou dans d'autres régions du monde, et de leur adoption d'un modèle de consommation axé sur des biens d'équipement et de l'automobile, ce qui génère la présence de ferrailles post-consommation dans ces pays.

Q4. Que peut-on en déduire concernant l'évolution des émissions de GES et des limites écologiques de la croissance économique ?

La production mondiale d'acier étant amenée à augmenter tout au long de la première moitié du 21^e siècle, générant en conséquence un accroissement des émissions de GES, il devient indispensable de penser et surtout d'opérationnaliser la décarbonation de la production de l'acier pour lever certaines limites écologiques de la croissance économique.

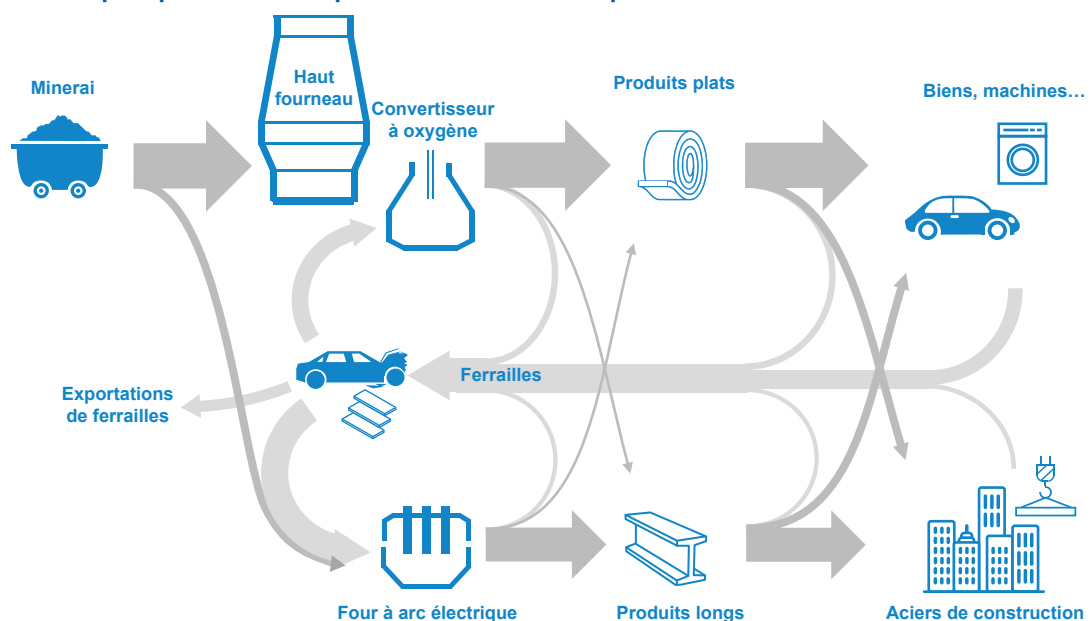
Transition : La croissance économique se heurte aux limites écologiques de sa pérennité comme le montre notamment le processus de production de l'acier. Face au développement irréversible des économies émergentes, la question climatique impose de s'interroger sur les modalités de production pour que celles-ci répondent aux nouveaux besoins, tout en garantissant la satisfaction de ceux des générations futures. L'innovation peut constituer une des réponses possibles à cette problématique.

8.2.2 - L'innovation peut aider à faire reculer les limites écologiques de la croissance

Activité 1

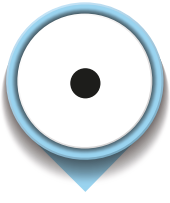
Document 1

Les deux principales voies de la production d'acier et leurs produits



Note : ce schéma illustre la structuration actuelle de la production d'acier, notamment en Europe. Les flux de recyclage sont en gris clair. Cette structuration et la concurrence internationale sont des données d'entrée essentielles pour examiner les effets macroscopiques de nos choix de métriques et politiques de décarbonation.

Source : Note France Stratégie « Décarbonation de l'acier et des métaux de base : envoyons les bons signaux » par Maxime Gérardin et Simon Ferrière, janvier 2025, N° 149, page 1



Document 2

Le terme « ferrailles » désigne à la fois les chutes neuves et les ferrailles post-consommation. Les deux peuvent être recyclées dans les mêmes procédés, mais présentent des divergences :

Les chutes neuves sont générées au sein de l'industrie et sont presque entièrement recyclées ; les ferrailles post-consommation apparaissent de manière diffuse, après un temps fonction du produit dont elles proviennent. Environ 85 % des ferrailles post-consommation sont collectées. Souvent contaminées par des éléments indésirables comme le cuivre, elles doivent en général être préparées. [...]

L'avènement de la société de consommation a augmenté les ferrailles disponibles (machines, véhicules, etc.), au-delà des quantités techniquement incorporables dans la filière intégrée. Une industrie de fours à arc électrique (EAF pour electric arc furnaces) s'est donc développée à partir des années 1970, d'abord en Italie et aux États-Unis, puis dans tous les pays d'industrialisation ancienne, pour refondre la ferraille. Les fours électriques peuvent aussi incorporer de l'acier primaire, sous forme de fer pré-réduit ou de hot-briquetted iron (HBI). En 2022, cette voie représentait 28 % de la production mondiale d'acier. [...]

La production d'acier doit être décarbonée. À cette fin, le recyclage, bien moins émetteur que la production primaire (c'est-à-dire à partir de minerai), semble idéal. Mais les ferrailles sont déjà largement collectées et recyclées. Leur disponibilité dans le monde va croître, sans toutefois dépasser 50 % des besoins en 2050, soit très loin d'une circularité complète. La maîtrise des consommations d'acier et la décarbonation technologique de sa production primaire sont donc primordiales. En activant ces deux leviers, l'Europe jouerait un rôle pionnier et réduirait certaines de ses dépendances. [...]

Source : Note France Stratégie « Décarbonation de l'acier et des métaux de base : envoyons les bons signaux » par Maxime Gérardin et Simon Ferrière, janvier 2025, N° 149, page 1

Q1. Qu'est-ce que le recyclage ?

Le recyclage est l'action de récupérer des déchets et de les réintroduire, après traitement, dans le cycle de production.

Q2. En quoi le recyclage permet-il de repousser les limites écologiques de la croissance économique ?

Le recyclage permet d'économiser les ressources de matières premières pour produire et de réduire les émissions de CO₂.

Q3. Montrer, à partir du schéma, que le recyclage est incontournable pour lever certaines limites écologiques de la croissance.

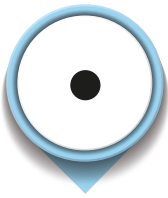
Il existe des déchets d'acier à chaque étape du processus de production de l'acier qu'il convient de recycler pour produire à nouveau de l'acier de façon moins polluante.

Q4. Montrer que l'innovation a permis le développement de la filière du recyclage de l'acier.

Si la filière intégrée est en mesure de recycler des ferrailles, la quantité recyclée ainsi générée reste limitée. L'invention des fours à arcs électriques, par un procédé nouveau, a permis de recycler les ferrailles qui ne pouvaient pas l'être auparavant, objectif bienvenu dans le contexte d'un volume des ferrailles à traiter accru, en raison d'une société de consommation en plein essor.

Q5. Le recyclage peut-il constituer la solution de la décarbonation de la filière « Acier » ?

Le recyclage ne peut pas constituer, à lui seul, la solution de décarbonation de la filière Acier, car la circularité dans le domaine de l'acier ne permet pas de produire autant qu'il le faudrait pour faire face à l'accroissement de la demande mondiale d'acier.



Q6. Expliciter la phrase soulignée.

Les deux autres possibilités de décarbonation de la filière Acier, en dehors du recyclage, sont la recherche d'une baisse de la consommation d'acier limitant donc d'autant les émissions de GES de la production correspondante, ainsi que la recherche de nouveaux procédés au sein de la production primaire qui permettraient de réduire les émissions de GES.

Q7. Montrer que l'innovation peut permettre de relever le défi de réduire la consommation d'acier ainsi que de recourir à de nouveaux procédés pour la production primaire.

L'innovation peut, d'une part, se porter sur la recherche de substituts à l'acier, moins émetteurs de GES, ce qui permettrait de réduire sa consommation. L'innovation peut, d'autre part, faire émerger des procédés assurant une température élevée via une nouvelle énergie, et évitant de recourir à la solution des hauts fourneaux. Ceci renvoie aux développements d'innovations de rupture, donc encore plus poussées. Il importe de cibler là la production d'acier primaire, sur lequel les efforts des industriels doivent perdurer.

Activité 2

Document 1

Mais il reste vrai que, au-delà de quelques actions facilement rentables, la décarbonation de la production primaire d'acier n'a pas encore commencé à grande échelle. C'est que cette transformation représente un coût, surmontable mais bien réel : les hauts-fourneaux doivent être remplacés par des installations qui restent à construire et qui devront être alimentées par une énergie généralement plus coûteuse que le charbon. Le surcoût peut atteindre +50 % sur l'acier brut, même s'il est ensuite largement dilué à l'échelle d'un produit final. Il représenterait +1 à +2 % pour une voiture ; à quoi il faut toutefois ajouter le coût de décarbonation des autres matériaux – puisqu'il ne s'agit évidemment pas de décarboner l'acier seulement. Concernant l'acier, les coûts supplémentaires peuvent représenter 100 à 200 euros par tonne de CO₂ évitée. Ces montants restent raisonnables, mais appellent de fortes incitations à la décarbonation, que ce soit via la tarification du carbone, le consentement à payer des acheteurs, etc.

En pratique, les DEP utilisées font apparaître des émissions d'autant plus faibles que le produit est fabriqué à partir de matière recyclée : dans le cas de l'acier, environ 0,4 tCO₂/t, pour un acier à forte teneur en ferrailles et avec un four à arc électrique (EAF) alimenté par une électricité peu émissive. De même, dans les reportings d'entreprise, s'appuyer sur de l'acier recyclé plutôt que primaire permet de déclarer des émissions significativement plus basses. Les secteurs et les entreprises expriment donc, en général, une préférence pour le métal recyclé partout où c'est techniquement possible. Ils y sont d'autant plus incités que le consommateur final est lui aussi susceptible de préférer les produits promus comme à fort contenu en matériau recyclé, sans trop s'interroger sur les progrès réels par rapport aux habitudes antérieures en matière de production ou de consommation.

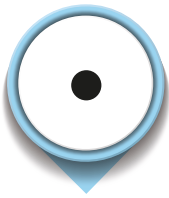
Source : Note France Stratégie « Décarbonation de l'acier et des métaux de base : envoyons les bons signaux » par Maxime Gérardin et Simon Ferrière, janvier 2025, N° 149, page 10

Q1. Quelles sont les deux grandes difficultés que rencontrent le processus de décarbonation de la production d'acier ?

D'une part, la décarbonation s'accompagne inévitablement d'investissements onéreux en recherche et développement. D'autre part, la baisse de la consommation recherchée, peut se heurter à une forme d'effet rebond, à savoir que l'acier recyclé peut être victime de son succès et déboucher sur une augmentation de la consommation d'acier annihilant les effets vertueux des innovations.

Q2. Quel acteur doit intervenir pour pallier ces difficultés ?

L'État peut faciliter au niveau national les investissements massifs dans la filière Acier grâce, par exemple, à l'octroi des subventions publiques ou l'obtention de crédits d'impôt recherche. L'intervention des pouvoirs publics peut également passer par l'usage des outils de la



politique climatique dont il dispose, pour inciter à adopter certains comportements, voire à les imposer (normes, taxe carbone, quotas). L'Union européenne est également en mesure de mobiliser certains instruments, dont le plus « disruptif » celui du « Mécanisme d'ajustement carbone aux frontières » ou MACF, sur lequel revient en détail la note d'analyse.

Ce dernier exercice peut constituer une transition vers le chapitre suivant :

Chapitre	Objectif d'apprentissage
Regards croisés : Quelle action publique pour l'environnement ?	En prenant l'exemple du changement climatique : connaître les principaux instruments dont disposent les pouvoirs publics pour faire face aux externalités négatives sur l'environnement : réglementation, marchés de quotas d'émission, taxation, subvention à l'innovation verte.

8.3 - VERS LE BAC

8.3.1 - Annales de bac

Sujets sur les limites écologiques de la croissance

- Dissertation** – Polynésie, 2023 « Les limites écologiques sont-elles le seul défi posé par la croissance économique ? »
- EC1** – Polynésie, 2021 « À l'aide d'un exemple, vous montrerez que la croissance économique se heurte à des limites écologiques. »
- EC3** – France métropolitaine, 2022 (session de remplacement) « Vous montrerez qu'il existe des limites écologiques à la croissance économique soutenable. »

Sujets sur l'innovation et la croissance soutenable

- Dissertation** – Asie, 2022 « Comment l'innovation peut-elle contribuer à reculer les limites écologiques d'une croissance soutenable ? »
- EC1** – France métropolitaine, 2022 « À partir d'un exemple, vous montrerez que l'innovation peut aider à reculer les limites écologiques de la croissance. »
- EC3** – France métropolitaine, 2021 « Vous montrerez comment l'innovation peut être une solution aux limites écologiques de la croissance économique. »

8.3.2 - Une EC2 originale à partir de la note

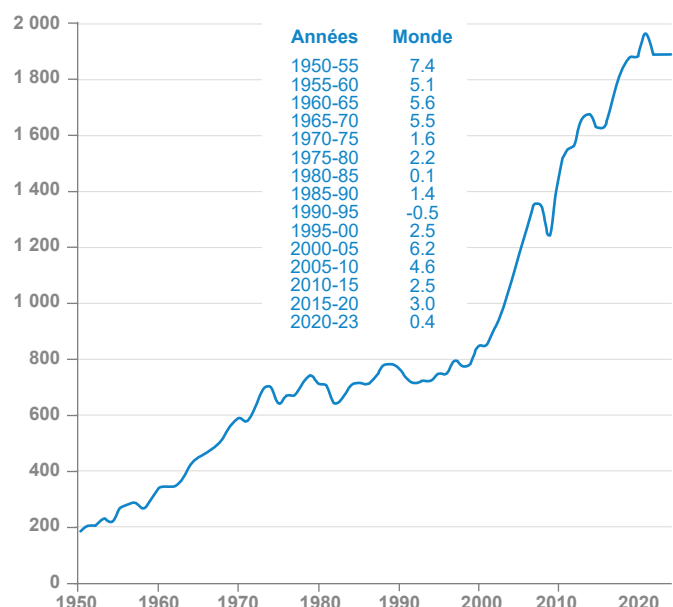
Figure 4 – Production mondiale d'acier brut depuis 1950, en millions de tonnes par an

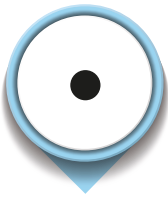
Lecture : la production mondiale d'acier brut est passée de 189 Mt/an en 1950 à 1 892 Mt/an en 2023, ce qui représente une hausse de 3,2 % par an en moyenne. La forte augmentation depuis 2000 est principalement due au développement et à l'urbanisation en Chine, qui en 2023 représentait 54 % de la production mondiale.

Source : World Steel Association (2024), *World Steel in Figures - 2024*.

Note France Stratégie « Décarbonation de l'acier et des métaux de base : envoyons les bons signaux » par Maxime Gérardin et Simon Ferrière, janvier 2025, N° 149, page 5.

Note pour l'élève : La production d'acier nécessite des minerais et des technologies fortement émettrices de gaz à effets de serre.





Q1. Caractérisez l'évolution de la production mondiale d'acier sur la période 1950 / 2023 (2 points)

La production d'acier passe de 189 Millions de tonnes en 1950 à 1 892 millions de tonnes en 2023 selon « World Steel association ». La production d'acier a donc été multipliée par 10 environ sur la période. On constate, toutefois, une accélération de la croissance de la production. En effet, entre 1950 et 2000, la production d'acier a augmenté de 323 % en 50 ans (a été multipliée par 4,23). Et entre 2000 et 2023, la production d'acier a augmenté de 136 % (a été multipliée par 2,36 en 23 ans).

1950/2000

- Taux de variation : 323 %. Calcul : $(1892-189) \times 100 / 189 = 323\%$. La production d'acier a augmenté de 323 % en 50 ans.
- Coefficient multiplicateur : 4,23. Calcul : $1892/189 = 4.23$. La production d'acier a été multipliée par 4,23 en 50 ans.

2000/2023

- Taux de variation : 136 %. Calcul : $(1892-800) \times 100 / 800 = 136\%$. La production d'acier a augmenté de 136 % en 23 ans.
- Coefficient multiplicateur : 2.36. Calcul : $1892/800 = 2.36$. La production d'acier a été multipliée par 2,36 en 23 ans.

Q2. À l'aide du document et de vos connaissances, montrez qu'une croissance économique soutenable se heurte à des limites écologiques. (4 points)

La croissance économique soutenable désigne une croissance qui répond aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs. Elle suppose un équilibre entre développement économique, progrès social et respect de l'environnement. Or, cette forme de croissance se heurte aujourd'hui à des **limites écologiques**, notamment dans des secteurs fortement émetteurs comme la production d'acier. L'acier est un matériau essentiel dans de nombreux domaines (construction, automobile, infrastructures), et sa production est synonyme de dynamisme économique. Cependant, elle engendre des **externalités négatives**, c'est-à-dire des effets néfastes produits par une activité économique sur des tiers, sans que ces coûts soient pris en charge par les entreprises. En l'occurrence, les aciéries émettent d'importantes quantités de **gaz à effet de serre (GES)**, comme le dioxyde de carbone (CO_2), qui contribuent au réchauffement climatique. Ce phénomène menace les écosystèmes, la santé humaine et les conditions de vie sur Terre. De plus, l'industrie sidérurgique repose sur l'extraction de minerais de fer et de charbon, ressources non renouvelables dont l'exploitation massive conduit à leur **épuisement** progressif. Cette raréfaction augmente les coûts de production et rend la croissance plus difficile à maintenir sur le long terme. Ainsi, même si l'acier soutient l'activité économique, sa production actuelle entre en contradiction avec les objectifs de durabilité. Cela illustre bien les tensions entre la croissance économique et la préservation de l'environnement, et souligne la nécessité de transformer en profondeur les modes de production, par exemple en développant l'acier bas carbone, afin de concilier développement et soutenabilité. La production mondiale d'acier brut est passée de 189 Mt/an en 1950 à 1 892 Mt/an en 2023, ce qui représente une hausse de 3,2 % par an en moyenne. La production d'acier a donc été multipliée par 10 environ sur la période. De 1950 à 1955 la production mondiale d'acier a augmenté de 7.4 % en moyenne, entre 1990 et 1995 elle a diminué de 0,5 %. Entre 2000 et 2005, elle a augmenté de 6.2 %.

8.3.3 Approche du Grand oral :

En SES :

- La décarbonation de l'acier est-elle compatible avec la croissance économique ?
- La transition écologique est-elle compatible avec la croissance ?
- L'action publique peut-elle être efficace pour combattre les pollutions industrielles ?
- Faut-il subventionner massivement les industries pour qu'elles se décarbonent ?



SES / HGGSP

- Transition écologique et puissance industrielle : un nouveau modèle ?
- Étude de cas sur la désindustrialisation et la relocalisation stratégique dans le contexte géopolitique européen.
- Débat sur la justice environnementale, la fiscalité carbone et ses effets sociaux.

SES / NSI

Analyse de la place du numérique dans la transition industrielle (modélisation, innovation, Big Data dans la gestion énergétique)

SES + physique-chimie

Quels leviers technologiques pour produire de l'acier sans émettre de CO₂ ?

8.4 - CLASSE PRÉPARATOIRE

ANALYSE CRITIQUE D'UNE POLITIQUE PUBLIQUE

Objectifs d'approfondissement mobilisés :

- Approfondir l'analyse coût/bénéfice d'une politique publique.
- Réfléchir aux arbitrages entre rationalité économique, justice sociale et soutenabilité environnementale.
- Mobiliser une argumentation structurée sur un sujet d'économie appliquée.

Activité : dissertation – Le recyclage peut-il être un levier de transition industrielle suffisant ?

Les politiques publiques misent souvent sur le recyclage des matières premières pour concilier croissance et environnement. Mais dans le cas de l'acier, cette stratégie a des limites. Vous êtes chargé d'évaluer la pertinence du « tout-recyclage » comme fondement d'une politique industrielle durable.

Il s'agit d'analyser la faisabilité économique, environnementale et technologique d'un modèle industriel fondé sur le recyclage.

Documents de travail :

- Extraits de la note France Stratégie sur la disponibilité limitée des ferrailles et les arbitrages de production.
- Données chiffrées sur les coûts comparés de la filière recyclée Versus primaire (fours à arc électrique Versus hauts fourneaux).

Notions mobilisées : choix publics, efficacité économique, soutenabilité, justice environnementale, rationalité des agents, externalités, innovation, coût d'opportunité.

DISSERTATION GUIDÉE

Corrigé-type :

- **Problématique :** le recyclage est un levier possible pour mener une politique industrielle destinée à favoriser la transition écologique, mais il n'est pas un levier suffisant à lui seul pour assurer une croissance soutenable.
- **I. Le recyclage :** un levier mais limité (dépendance aux matières premières disponibles, effets sur le prix de l'acier)
- **II. La transition technologique :** vers une nouvelle politique industrielle ? (Nécessité d'investissements massifs, coordination publique-privée)
- Une référence obligée, celle du rapport Pisani-Ferry/Mafouz »
<https://www.strategie.gouv.fr/publications/incidences-economiques-de-l'action-climat>
- **III. Arbitrages économiques, sociaux et environnementaux** (coûts d'adaptation, enjeux d'équité territoriale, soutenabilité forte ou faible)



8.5 - DROIT ET GRANDS ENJEUX DU MONDE CONTEMPORAIN – RESPONSABILITÉ JURIDIQUE ET TRANSITION ÉCOLOGIQUE

L'activité

Le droit face à la décarbonation de l'acier

L'activité doit conduire à se poser les questions suivantes :

- Peut-on contraindre juridiquement les industries polluantes ?
- Quelles sont les limites de la liberté d'entreprendre ?

Objectifs pédagogiques

L'activité vise à permettre aux élèves de :

- Comprendre **le rôle du droit** dans la régulation des activités économiques ayant un impact environnemental.
- Identifier et mobiliser **les grands principes juridiques environnementaux** :
 - Principe de précaution.
 - Principe pollueur-payeur.
 - Responsabilité environnementale.
- Analyser **le rôle du législateur, du juge et des normes internationales** dans la transition écologique.
- Développer des compétences juridiques : **mobilisation de textes de droit positif**, construction d'une **argumentation structurée**, compréhension d'un **contentieux climatique**.
- Améliorer l'**expression orale**, la **posture argumentative** et l'**esprit critique** à travers un exercice de simulation.

Déroulé de l'activité (2h à 2h15)

Temps	Étape	Description
10 min	Introduction	Présentation du contexte général (neutralité carbone, pollution industrielle, rôle du droit) et de l' affaire simulée inspirée du contentieux climatique.
20 min	Répartition des rôles et lecture des documents	Chaque élève ou groupe d'élèves reçoit un rôle. Lecture guidée des documents juridiques fournis .
30 min	Préparation des arguments	Par groupe, les élèves élaborent une fiche argumentaire (2 à 3 arguments juridiques appuyés par les textes fournis).
45 min	Audience simulée	Mise en scène du procès : chaque groupe intervient selon son rôle. Le juge mène les débats et rend une décision motivée à la fin.
15 min	Synthèse collective	Débriefing : que révèle cette simulation sur les apports et limites du droit dans les politiques climatiques ? Quelles tensions entre liberté d'entreprendre et protection de l'environnement ?

Rôles attribuables

Chaque rôle permet d'incarner une position spécifique dans le débat :

- **Représentant d'une ONG environnementale** : défense de l'intérêt général et des droits environnementaux.
- **Avocat de l'entreprise métallurgique** : défense de la liberté d'entreprendre, des investissements réalisés.
- **Représentant de l'État** : arbitrage entre objectifs économiques et écologiques, rappel des engagements nationaux/internationaux.



- **Juge administratif** : analyse juridique des arguments, rôle de la jurisprudence, prise en considération de l'effet de la décision rendue sur les parties et sur la société en général
- **Expert scientifique** : apport de données factuelles, mise en perspective des effets environnementaux de la pollution industrielle.

Documents fournis

1. **Extrait de la SNBC (Stratégie Nationale Bas-Carbone)** – Neutralité carbone 2050
2. **Article L110-1 du Code de l'environnement** – Principes généraux, notamment le **principe pollueur-payeur**
3. **Résumé de l'affaire Commune de Grande-Synthe** (Conseil d'État, 2021) – Responsabilité de l'État en matière climatique

Consignes pour les élèves

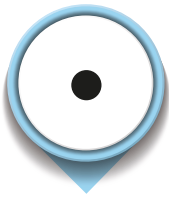
- Préparez une **fiche argumentaire** fondée sur les documents fournis afin d'identifier les **obligations juridiques** en matière de transition écologique.
- Vous devrez défendre votre point de vue **oralement**, de façon **argumentée et structurée** lors de l'audience simulée.
- Si besoin, vous pouvez vous appuyer sur d'autres textes juridiques connus ou que vous rechercherez en amont.

Évaluation (sur 20 points)

Critère	Barème
Pertinence des arguments juridiques	8
Mobilisation des textes de droit	6
Qualité de l'expression et posture orale	4
Esprit critique et clarté de la synthèse	2
TOTAL	20

CORRIGÉ / POINTS CLÉS À RETENIR

- **Le droit français** consacre plusieurs principes fondamentaux : le principe de précaution, le principe du pollueur-payeur, l'action en réparation écologique.
- **La SNBC** constitue un engagement national inscrit dans le Code de l'environnement.
- **La décision « Grande-Synthe »** confirme que l'État peut être tenu responsable d'inaction climatique, sur la base d'objectifs non atteints.
- Le juge administratif peut **ordonner à l'État d'agir** pour respecter ses engagements climatiques. L'entreprise peut faire valoir ses efforts (investissements, délais techniques), mais le droit peut **l'obliger à adapter ses pratiques**.

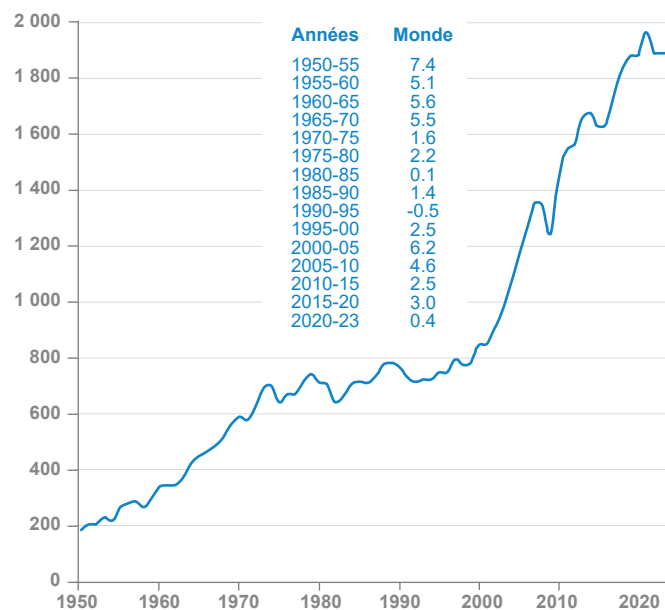


8.6 - ACTIVITY DNL SES ANGLAIS

English Activity Understanding Steel Decarbonization

Context : The steel industry is one of the most carbon-intensive sectors in the world. France Stratégie proposes different options to reduce CO₂ emissions in the production process.

Global crude steel production since 1950 (in million tonnes per year)



Source : World Steel Association (2024), [World Steel in Figures - 2024](#).

Source: World Steel Association (2024), World Steel in Figures. 2024. Note for students: The increase in the 2000s is due to rapid urbanization in China. Steel production requires raw materials and technologies that emit high levels of greenhouse gases.

Q1. What was global crude steel production in 2023?

Global crude steel production reached 1,892 million tonnes in 2023.

Q2. What was global crude steel production in 1950 and in 2000?

Global crude steel production was 189 million tonnes in 1950 and 800 million tonnes in 2000

Q3. Measure the change in global steel production using growth rates and multiplication factors between 1950 and 2000, then between 2000 and 2023.

1950/2000

Growth rate: 323 %. Calculation: $(1892 - 189) \times 100 / 189 = 323\%$. Steel production increased by 323 % over 50 years.

Multiplication factor: 4.23. Calculation: $1892 / 189 = 4.23$. Steel production was multiplied by 4.23 over 50 years.

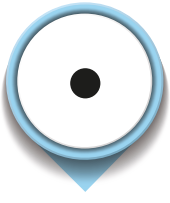
2000/2023

Growth rate: 136 %. Calculation: $(1892 - 800) \times 100 / 800 = 136\%$. Steel production increased by 136 % over 23 years.

Multiplication factor: 2.36. Calculation: $1892 / 800 = 2.36$. Steel production was multiplied by 2.36 over 23 years.

Q4. What comment can be made about the evolution of global steel production since 1950? How can this trend impact economic growth and the environment?

Global steel production has increased significantly since 1950, especially since the 2000s, with a strong acceleration due to the emergence of the Chinese market and rapid urbanization (cf. constructing buildings and volumes of steel therefore) in China.



The increase in global steel production has had positive effects on economic growth, such as job creation, infrastructure investments, and substantial increases in income and GDP. However, this form of growth now faces ecological limits, especially in sectors that emit large amounts of greenhouse gases (GHGs), such as steel production. Steel is an essential material in many sectors (construction, automotive, infrastructure), and its production reflects economic dynamism. Nevertheless, it generates negative externalities—harmful effects of economic activities on third parties, not accounted for by the market. Specifically, steel plants emit large quantities of GHGs such as carbon dioxide (CO₂), contributing to global warming. This phenomenon threatens ecosystems, human health, and living conditions on Earth in general.

Furthermore, the steel industry depends on the extraction of iron ore and coal—non-renewable resources whose intensive exploitation leads to their gradual depletion. This scarcity increases production costs and makes long-term growth harder to sustain.

Thus, even though steel supports economic activity, its current production model conflicts with sustainability goals. This highlights the tension between economic growth and environmental protection and underscores the need for a profound transformation of production methods—such as the development of low-carbon steel—to reconcile development with sustainability.

Vocabulary Focus

Match the words with their definitions:

- A Carbon footprint
- B Sustainable
- C Emissions
- D Subsidy

- 1 Financial aid granted by the government to support a specific activity.
- 2 Total amount of greenhouse gases produced directly and indirectly by human activity.
- 3 The release of gases such as CO₂ into the atmosphere.
- 4 Able to be maintained over the long term without harming the environment.

- A 2
- B 4
- C 3
- D 1

9. MINI-LEXIQUE DES FONDAMENTAUX DE LA NOTE

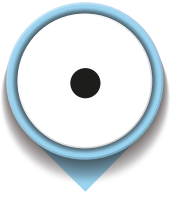
Acier : Alliage métallique principalement composé de fer et de carbone, utilisé massivement dans la construction, les transports et l'industrie.

Décarbonation : Ensemble des actions visant à réduire ou éliminer les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) liées à une activité économique.

Sidérurgie : Ensemble des activités industrielles liées à la fabrication de la fonte, de l'acier et de leurs dérivés.

Émissions de CO₂ : Quantité de dioxyde de carbone libérée dans l'atmosphère par une activité humaine ou industrielle.

Four à arc électrique (FAE) : Type de four utilisé pour fondre de la ferraille à l'aide d'électricité ; moins émetteur de CO₂ que les hauts-fourneaux.



Haut-fourneau : Installation servant à fondre du minerai de fer avec du coke pour produire de la fonte, fortement émettrice de CO₂.

Hydrogène décarboné : Hydrogène produit sans émissions de CO₂, souvent par électrolyse de l'eau à partir d'électricité renouvelable.

Captage-stockage du carbone (CSC) : Technologie permettant de capter le CO₂ émis par une installation industrielle pour le stocker sous terre.

Mix énergétique : Répartition des différentes sources d'énergie utilisées dans un pays ou un secteur.

Économie circulaire : Modèle de production et de consommation économique visant à partager et repérer les produits et matériaux existants le plus longtemps possible pour qu'ils conservent leur valeur, mais aussi à réutiliser, à recycler et valoriser les déchets pour limiter les ressources consommées.

Ferraille : Acier recyclé provenant de déchets métalliques, réutilisé comme matière première dans les FAE.

Hydrométallurgie : Procédé métallurgique utilisant des solutions aqueuses pour extraire les métaux, potentiellement moins émetteur de CO₂.

Transition énergétique : Passage d'un système énergétique fondé sur les énergies de stock (pétrole, gaz, charbon, uranium) très centralisé dans les mains de gros producteurs, à un système basé sur les énergies de flux (éolien, solaire, biomasse) beaucoup plus décentralisé et couplé à des actions de sobriété et d'efficacité. Des mesures de lutte contre les inégalités dans le domaine énergétique doivent être également prévues.

Électrification des procédés : Substitution des énergies fossiles par de l'électricité (souvent décarbonée) dans les procédés industriels.

Planification écologique : Stratégie visant à organiser la transformation de l'économie pour atteindre les objectifs climatiques.

Coût de décarbonation : Ensemble des investissements et dépenses supplémentaires nécessaires pour réduire les émissions de CO₂.

Neutralité carbone : Équilibre entre les émissions de CO₂ et leur compensation (par capture, stockage ou absorption).

Subvention : Aide financière publique destinée à soutenir un secteur ou encourager un changement de pratiques.

Compétitivité : Capacité d'une entreprise ou d'un secteur à faire face à la concurrence, en particulier sur les prix et la qualité.

Taxonomie verte : Classification européenne des activités économiques considérées comme durables d'un point de vue environnemental.

Soutenabilité : Capacité d'un système à durer dans le temps sans nuire à l'environnement ou aux générations futures.

Empreinte carbone : Mesure des émissions de gaz à effet de serre associées à une activité, un produit ou un individu.

Tonne équivalent CO₂ (teqCO₂) : Unité de mesure standard pour comparer les émissions de différents gaz à effet de serre sur la base de leur effet sur le climat.

Industrie lourde : Secteur industriel produisant des biens intermédiaires, très énergivore et émetteur de CO₂ (comme la sidérurgie).

Rendement énergétique : Rapport entre l'énergie utile produite et l'énergie consommée ; un bon rendement limite les pertes.

Marché du carbone : Mécanisme économique permettant d'échanger des droits d'émettre du CO₂ afin d'inciter à la réduction des émissions.

Innovation technologique : Introduction de technologies nouvelles ou améliorées, souvent essentielle pour réduire les émissions.

Substitution : Remplacement d'un procédé, matériau ou source d'énergie par un autre moins émetteur.

Résilience industrielle : Capacité d'un secteur à s'adapter aux chocs économiques, climatiques ou technologiques.

Compensation carbone : Mécanisme visant à contrebalancer des émissions de CO₂ par des actions positives pour le climat (reboisement, projets verts...). Il repose sur le principe de la neutralité géographique et peut concerner un projet mené à l'autre bout du monde.



Filière intégrée (BF-BOF) : Production d'acier à partir de minerai, en utilisant un haut fourneau et un convertisseur à oxygène.

MACF (Mécanisme d'ajustement carbone aux frontières) : Dispositif réglementaire européen visant à taxer le carbone contenu dans les importations pour éviter les fuites d'émissions. Il soumet donc les produits importés sur le territoire de l'Union européenne à une tarification carbone équivalente à celle appliquée aux industriels européens fabricant ces produits.

SNBC : Stratégie nationale bas-carbone, feuille de route française pour atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050, en réduisant l'empreinte carbone de la consommation des Français.

10. PROLONGEMENTS POSSIBLES

10.1 - LIEN AVEC UNE AUTRE NOTE DE FRANCE STRATÉGIE :

- « *Le soutien au développement des véhicules électriques est-il adapté ?* » : permet une mise en perspective sectorielle des politiques environnementales (transports vs industrie).
- « *La planification écologique : conditions de réussite* » : utile pour réfléchir aux conditions de mise en oeuvre d'une politique de long terme, en lien avec les grands enjeux industriels.

10.2 - POINT ORIENTATION ET MÉTIERS – PARCOURSUP :

Métiers concernés : métiers de la logistique ; juristes de l'environnement ; économie de la production ; ingénierie des procédés industriels ; analyste en politique publique ; « data analyst » (analyste des données en transition énergétique) ; chargé de mission Responsabilité Sociale et Environnementale (RSE) ; pricing analyst (analyste commercial et tarifaire).

Formations associées :

Licences : Economie, Gestion, Géographie, Sciences Politiques, Droit, Administration économique et sociale, Sciences Physiques, MIAASH.

Bachelor Universitaire Technologique (BUT) : Gestion des Entreprises et Administrations, Management Logistique et Transport, Génie des Procédés, Statistiques et informatiques décisionnelles.

Classes Préparatoires aux Grandes Écoles D1/BL/ECG ; Cycles Pluridisciplinaires d'Études Supérieures.

11. CONCLUSION – L'ESSENTIEL À RETENIR / UN POINT D'ÉTONNEMENT

La décarbonation de l'acier apparaît comme une transformation industrielle à la fois nécessaire, complexe et coûteuse, qui engage des arbitrages technologiques, sociaux et politiques. Elle illustre de façon exemplaire les tensions entre impératifs climatiques, compétitivité économique et justice sociale. La politique protectionniste initiée par Donald Trump début 2025 rebat les cartes de la compétitivité de la production européenne d'acier. La nécessaire décarbonation de la filière acier encourt le risque, dans ce contexte géopolitique, d'être reléguée au second plan.



**À PROPOS DE MELCHIOR,
PROGRAMME ENSEIGNANTS-ENTREPRISES DE L'INSTITUT DE L'ENTREPRISE.**

Institut de l'entreprise : 29, rue de Lisbonne, 75008 Paris
Tél. : 01 53 23 05 49 - daniel.didier@idep.net

- Cette ressource a été réalisée dans le cadre du Programme Enseignants-Entreprises de l'Institut de l'entreprise développé en partenariat avec le ministère de l'Éducation nationale. Retrouvez cette mise en activité sur www.melchior.fr ainsi que des cours de SES, des faits d'actualité, des notes de lecture...
- Créé en 1975, l'Institut de l'entreprise est un think tank indépendant de tout mandat syndical ou politique. Association à but non lucratif, l'Institut de l'entreprise a une triple vocation : être un centre de réflexion, un lieu de rencontre et un pôle de formation.



**HAUT-COMMISSARIAT
À LA STRATÉGIE
ET AU PLAN**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**À PROPOS
DU HAUT-COMMISSARIAT À LA STRATÉGIE ET AU PLAN**

Le Haut-commissariat apporte son concours au Premier ministre et au Gouvernement pour la détermination des grandes orientations de la nation ainsi que la préparation des réformes. Par ses méthodes de travail, notamment l'association des partenaires sociaux et les autres parties intéressées, il favorise la concertation, l'élaboration d'analyses et de scénarios partagés, et la large participation de l'ensemble de la société française au débat public et à la réflexion sur l'avenir.

- Il conduit des travaux de prospective permettant d'éclairer la puissance publique sur les trajectoires possibles de moyen et long terme pour la France, compte tenu des évolutions prévisibles de la société et de l'environnement européen et international ;
- Il conduit des études stratégiques permettant d'éclairer l'action du Gouvernement et la préparation des réformes, notamment par une analyse du contexte de la décision et de son impact prévisible à court et à moyen terme ;
- Il conduit et coordonne les travaux de planification interministérielle ;
- Il participe à l'évaluation des politiques publiques et propose des évolutions et des réformes ;
- Il constitue un centre de ressources en matière de recensement et d'évaluation des pratiques de concertation et de débat public, recherche de nouvelles pratiques de nature à améliorer l'association des parties prenantes intéressées et peut organiser, à la demande du Premier ministre, des concertations ou débats publics ;
- Il recense et fait connaître les expériences conduites à l'étranger, notamment au niveau européen, ou au niveau territorial de nature à enrichir la réflexion sur les réformes utiles à la France et les voies et moyens pour les conduire.

Les publications du Haut-commissariat à la Stratégie et au Plan sont des ressources que l'on peut proposer aux élèves et mobiliser dans le cadre du traitement des programmes de sciences économiques et sociales. Elles traitent de sujets qui mettent en évidence des enjeux économiques et sociétaux qui entrent en résonance avec ce qui est enseigné.

Les activités proposées ci-dessous à partir de la note d'analyse « Le soutien au développement des véhicules électriques est-il adapté ? » ont pour objectif d'étendre ou d'approfondir certaines connaissances et de travailler des savoir-faire. À partir de la lecture et de l'analyse de documents d'experts, il s'agit de travailler de courts exercices qui éveilleront la curiosité des élèves sur des points d'actualité et inviteront à s'interroger sur les résultats des politiques publiques. Les activités ci-dessous n'ont pas l'ambition d'utiliser chaque élément de la note d'analyse du Haut-commissariat à la Stratégie et au Plan ; elles constituent un guide pour s'approprier les principaux enjeux qu'elle met en exergue.

Cette proposition de mise en activité a été pensée de manière modulaire, dans un souci à la fois de liberté et de différenciation pédagogiques.