

Lycée(s)	Général	Technologique	Professionnel	
Niveau(x)	CAP	Seconde	Première	Terminale
Enseignement(s)	Commun	De spécialité	Optionnel	
Physique-Chimie				

Évaluations et indicateurs évolutifs – Cibler les apprentissages

Séquence sur la combustion

Cette ressource propose d'évaluer, tout au long d'une séquence, à l'aide d'une grille d'évaluation évolutive.

Les objectifs de cette ressource sont les suivants :

- utiliser les évaluations comme des points d'étape pour aider l'élève à organiser son travail ;
- impliquer davantage l'élève dans ses stratégies d'apprentissages et lui permettre d'être acteur du processus d'évaluation ;
- réduire le stress généré par l'évaluation en explicitant de façon claire les critères de réussite ;
- proposer une grille pour une évaluation sommative par compétences notées ;
- faire prendre conscience à l'élève qu'il peut y avoir plusieurs niveaux d'exigence pour une même tâche.

Scénario pédagogique

La séquence se décompose en plusieurs temps.

Le premier temps commence par une auto-évaluation diagnostique. Elle introduit ainsi les compétences et connaissances abordées dans le cours.

Puis la séquence s'organise en activités durant lequel l'élève prend connaissance des critères et indicateurs de réussite. Elle se conclut par une nouvelle auto-évaluation qui guide l'élève dans le choix d'un parcours de remédiation.

Une évaluation formative permet ensuite à l'élève de cibler le travail à réaliser afin d'acquérir les compétences qui sont restées en phase d'acquisition.

L'évaluation formative et la grille d'évaluation sont présentées aux élèves en amont de la passation.

Enfin, le professeur vérifie les acquisitions des élèves au cours d'une évaluation sommative utilisant la même grille et les mêmes critères que dans les évaluations précédentes réalisées au cours de la séquence.

Références aux programmes

Prérequis / repères de progressivité

- Classification périodique et éléments chimiques
- Réaction chimique
- Quantité de matière
- Usage de l'ENT (pour accéder aux ressources)

Référence(s) au(x) programme(s)

Thermique : Comment utiliser et contrôler les transferts thermiques ?

- Comprendre les avantages et les inconvénients de la combustion du carbone et des hydrocarbures.

Capacités :

- Réaliser expérimentalement une réaction de combustion de charbon ou d'un hydrocarbure et identifier les produits de la combustion.
- Calculer l'énergie libérée sous forme d'énergie thermique par la combustion d'une masse donnée d'hydrocarbure à partir de données fournies.
- Écrire et ajuster l'équation de la réaction modélisant la combustion d'un hydrocarbure.
- Déterminer la masse de dioxyde de carbone (CO_2) dégagée par la combustion complète d'une masse donnée d'un hydrocarbure, à partir de données fournies

Connaissances :

- Connaître les produits de la combustion complète ou incomplète d'un hydrocarbure dans l'air.
- Connaître la dangerosité des composés produits lors d'une combustion incomplète.
- Savoir que la combustion d'un hydrocarbure ou du charbon libère de l'énergie thermique.
- Savoir que l'énergie utilisée aujourd'hui est très majoritairement obtenue à l'aide de combustions de ce type.
- Savoir que le dioxyde de carbone est un des principaux gaz à effet de serre et que l'augmentation de sa concentration dans l'atmosphère accentue le réchauffement climatique.
- Savoir que les moteurs thermiques convertissent l'énergie libérée par la combustion en énergie mécanique.

Comprendre les avantages et les inconvénients de la combustion du carbone et des hydrocarbures.

Les évaluations pour se positionner et acquérir des capacités et connaissances.

Auto-évaluation diagnostique

Au début de ce processus, l'élève s'autoévalue (*voir annexe 1 : Auto-évaluation diagnostique*) avant d'avoir commencé à travailler les activités proposées dans le cours. Les critères de réussite correspondent aux capacités et connaissances tirées du programme de première. Le vocabulaire est simplifié oralement afin de permettre aux élèves de se positionner. Les indicateurs sont rédigés sur trois niveaux de manière identique pour tous les critères :

- « Je ne comprends pas la capacité » ou « Je ne connais pas du tout » ;
- « Je comprends ce qui va être étudié, mais je ne l'ai pas encore acquis » ou « Je connais de façon approximative » ;
- « J'ai déjà acquis cette capacité » ou « Je connais ».

Cette première évaluation a pour vocation de donner un premier positionnement pour les élèves. Elle permet de mettre en évidence certaines connaissances que les élèves pourraient déjà avoir et de faire émerger des conceptions erronées par ailleurs. Ce point de départ sera un repère par la suite pour pouvoir mesurer leurs progrès et nouvelles acquisitions de compétences ou connaissances.

Ce positionnement est aussi un outil pour aider les élèves à accentuer leur niveau d'attention sur telle ou telle activité. Les élèves suivent ensuite les activités d'acquisition de compétences / connaissances proposées par leur professeur. Il n'y a pas de différenciation dans le support à ce niveau, mais les activités s'appuient sur des supports numériques disponibles sur leur ENT afin de pouvoir être traitées / vues / travaillées à des rythmes différents.

Auto-positionnement

La deuxième situation d'évaluation est un auto-positionnement (*Voir Annexe 2 : Auto-positionnement*) après que l'ensemble des notions a été vu en classe ou à la maison. Ce deuxième temps est un point d'étape qui permet de réaliser le chemin parcouru et celui qui reste à parcourir dans les apprentissages de ce module.

Au cours de cette deuxième situation d'évaluation, les indicateurs sont déclinés différemment pour chaque capacité ou connaissance. Le cours ayant été travaillé, les élèves sont à présent capables de comprendre la signification des éléments issus du Bulletin Officiel et de manipuler le vocabulaire en lien avec les notions abordées.

Ce temps individuel d'auto-évaluation permet à l'élève de cibler les capacités et connaissances acquises et celles qui nécessitent un travail supplémentaire. Le professeur, quant à lui, aide l'élève à s'autoévaluer et à entrer dans la métacognition, la conscientisation de ses lacunes ou acquisitions. Par la suite, c'est l'élève qui différencie sa remédiation en choisissant parmi une banque d'activités, celle qui correspond à la capacité à retravailler. Le fichier numérique porte le nom de la capacité ou connaissance afin de faciliter la mise au travail en autonomie pour les élèves.

Tout au long de ces moments d'auto-évaluation, le professeur explicite les critères de réussite ainsi que les indicateurs de niveau d'acquisition. Les indicateurs sont ajustés avec les élèves au gré de leurs questionnements ou de leurs remarques.

Cette auto-évaluation peut aussi avoir lieu pendant les activités du cours : si à la fin d'une activité, l'élève ne se sent pas à l'aise, il peut compléter sa fiche d'évaluation et indiquer le niveau d'acquisition pour ce critère afin de se souvenir qu'il devra le retravailler.

L'évaluation formative

Au moment de se préparer pour l'évaluation sommative, l'élève priorise ses efforts et met en place sa stratégie de révision. Pour l'aider, les capacités et connaissances sont reliées au numéro de l'activité du cours permettant de les travailler / acquérir.

Afin d'aider l'élève à se positionner, une évaluation formative est proposée aux élèves sous forme de [quizz numérique sur la combustion](#). Ce quizz balaye les éléments du cours et propose un feedback immédiat à l'issue de chaque question. Ce feedback est constitué de la réponse attendue et de la capacité / connaissance évaluée dans cette question. Le professeur reçoit lui aussi un récapitulatif des réponses des élèves et peut indiquer à l'élève les capacités ou connaissances à retravailler. Le site utilisé est un site du réseau CANOPE : *La quizinière*.

L'élève peut identifier les capacités / connaissances acquises ou à retravailler (et donc les activités du cours qui sont liées) grâce à la grille d'auto-évaluation présente en permanence tout au long de la séquence.

Réduction du stress évaluatif

Afin de réduire le stress dû à la situation d'évaluation en classe qui débouchera sur une note comptant pour la moyenne, l'évaluation sommative est présentée aux élèves

avant les révisions, au vidéoprojecteur. Ils prennent connaissance du contexte de l'exercice, de la problématique. Un décryptage des capacités nécessaires pour réussir l'évaluation est réalisé de façon collective. Les élèves font le lien avec les activités vues dans le cours et prennent conscience de l'ampleur du travail à réaliser pendant les révisions s'il y en a encore besoin.

Le barème (voir Annexe 5 : Grille de l'évaluation sommative) est lui aussi présenté, mais de façon très brève puisqu'il est identique aux grilles d'évaluation précédemment vues dans le cours avec deux colonnes en plus : une pour la pondération des capacités ou connaissances et une pour les points attribués à chaque capacité ou connaissance évaluée.

Cinq lignes font leur apparition dans cette grille : les cinq compétences évaluées en physique-chimie lors de l'évaluation certificative : s'approprier, analyser/raisonner, réaliser, valider, communiquer.

L'évaluation sommative comme dernier point d'étape du module

Enfin, lorsque le temps dédié aux apprentissages est révolu, le professeur évalue l'élève avec la grille décrite précédemment, qui cette fois-ci aboutira à une note (voir Annexe 3 : l'évaluation sommative).

Le professeur ne remplit que la grille (voir Annexe 4 : Grille de l'évaluation sommative) sans aucune annotation sur la copie de l'élève. Le but étant de rendre l'élève acteur lors de la phase de correction, en l'impliquant dans la recherche de ses erreurs et dans la justification de l'indicateur retenu par le professeur. Lors de la restitution des copies, l'élève connaît les indicateurs et critères de réussites, il peut réaliser une analyse objective de ses échecs et réussites lors de la phase de correction.

Compte rendu de l'évaluation pour l'élève et ses responsables légaux.

La note de l'évaluation est comptabilisée pour le calcul de la moyenne semestrielle. Les niveaux d'acquisitions des cinq compétences propres à la physique-chimie sont répertoriés à part avec un système de couleurs. Ces cinq compétences étant évaluées lors de chaque évaluation, l'élève et ses représentants ont accès à l'évolution des niveaux de compétence. Cette formalisation de l'évolution des niveaux d'acquisitions est un point d'appui pour aider l'élève à cibler ses points forts ou faibles dans les cinq compétences.

Le temps passé à expliciter les cinq compétences est conséquent, mais utile pour l'élève puisqu'elles sont évaluées lors des CCF, lors de l'épreuve de contrôle si besoin, et dans le Livret Scolaire du Lycée (LSL).

Bilan global

Points forts

- Les élèves comprennent mieux la tâche à réaliser et les raisons de leurs échecs ou réussites.
- Les élèves sont moins stressés avant l'évaluation.
- Les élèves sont moins demandeurs d'une hiérarchisation des séances et des activités sur le support de cours car ils se réfèrent à la grille pour comprendre l'objectif du cours et son importance dans le chapitre.
- La phase de correction est beaucoup plus rapide et il y n'a pas eu de manifestation de sentiment d'injustice quant à l'attribution des points dans l'évaluation sommative.

Points faibles

- L'évaluation diagnostique se réalise à partir d'un ressenti de l'élève et non d'une confrontation à un exercice. De ce fait, l'évaluation subjective peut parfois être trop pessimiste par rapport à la réalité. Lors de cette évaluation, il a fallu faire un travail d'explicitation, de reformulation orale. Si les élèves ne comprenaient pas, ils mettaient « je ne sais pas ». Néanmoins, pour les capacités qu'ils comprenaient, cela leur a permis de prendre conscience qu'ils connaissaient déjà certaines choses.
- La mise en place est chronophage lors de la première séquence de cours réalisée avec cette méthode et certains élèves ne voient pas d'intérêt pour eux tant que le processus n'a pas été réalisé une fois en totalité.

Ce type de fonctionnement (ou une partie du processus) peut être proposé tout au long de l'année dans les cours de physique-chimie. Les élèves prennent l'habitude de s'autoévaluer et d'être évalués de cette manière. Plus les situations d'évaluation sont nombreuses et plus les élèves sont rapides à réaliser ce travail.

Prolongations possibles

Ce travail peut également être mené sur des séquences en mathématiques et en co-intervention.

Références bibliographiques

- « L'évaluation à l'école » de Charles Hadji et Alain Bentolila, Nathan, 2018
- « Évaluer sans dévaluer » de Gérard de Vecchi, Hachette Éducation, 2021
- Conférence Consensus du CNESCO 24 et 25 novembre 2022

Annexes

Annexe 1 : l'auto-évaluation diagnostique

Capacités : chapitre combustion	Niveau de réussite			Sur quoi je dois porter mon attention	Activité du cours correspondante
Réaliser expérimentalement une réaction de combustion de charbon ou d'un hydrocarbure et identifier les produits de la combustion.	Je ne comprends pas la capacité.	Je comprends ce qui va être étudié, mais je ne l'ai pas encore acquis.	J'ai déjà acquis cette capacité.		9
Calculer l'énergie libérée sous forme d'énergie thermique par la combustion d'une masse donnée d'hydrocarbure à partir de données fournies.	Je ne comprends pas la capacité.	Je comprends ce qui va être étudié, mais je ne l'ai pas encore acquis.	J'ai déjà acquis cette capacité.		12
Écrire et ajuster l'équation de la réaction modélisant la combustion d'un hydrocarbure.	Je ne comprends pas la capacité.	Je comprends ce qui va être étudié, mais je ne l'ai pas encore acquis.	J'ai déjà acquis cette capacité.		9
Déterminer la masse de dioxyde de carbone (CO ₂) dégagée par la combustion complète d'une masse donnée d'un hydrocarbure à partir de données fournies.	Je ne comprends pas la capacité.	Je comprends ce qui va être étudié, mais je ne l'ai pas encore acquis.	J'ai déjà acquis cette capacité.		11

Connaissances : chapitre combustion	Niveau de réussite			Sur quoi je dois porter mon attention	Activité du cours correspondante
Connaître les produits de la combustion complète ou incomplète d'un hydrocarbure dans l'air.	Je ne connais pas du tout.	Je connais de façon approximative.	Je connais.		9 et 10
Connaître la dangerosité des composés produits lors d'une combustion incomplète.	Je ne connais pas du tout.	Je connais de façon approximative.	Je connais.		10
Savoir que la combustion d'un hydrocarbure ou du charbon libère de l'énergie thermique.	Je ne connais pas du tout.	Je connais de façon approximative.	Je connais.		12
Savoir que l'énergie utilisée aujourd'hui est très majoritairement obtenue à l'aide de combustions.	Je ne connais pas du tout.	Je connais de façon approximative.	Je connais.		13
Savoir que le CO ₂ est un gaz à effet de serre et que l'augmentation de sa concentration accentue le réchauffement climatique.	Je ne connais pas du tout.	Je connais de façon approximative.	Je connais.		13
Savoir que les moteurs thermiques convertissent l'énergie libérée par la combustion en énergie mécanique.	Je ne connais pas du tout.	Je connais de façon approximative.	Je connais.		13

Annexe 2 : auto positionnement à la suite des activités de cours

Capacités : chapitre combustion	Activité du cours	Niveau de réussite				Ce que je dois travailler	Acquis
Réaliser expérimentalement une réaction de combustion de charbon ou d'un hydrocarbure et identifier les produits de la combustion.	9	Aucune réaction connue.	Expérience connue sans nommer les réactifs et produits	Expérience connue et molécules connues en désordre (confusion produit/réactif)	Expérience connue et réactifs, produits connus		
Calculer l'énergie libérée sous forme d'énergie thermique par la combustion d'une masse donnée d'hydrocarbure à partir de données fournies.	12	Aucun calcul	Ébauche de calcul cohérent	Calcul correct sans unité	Calcul et unité corrects		
Écrire et ajuster l'équation de la réaction modélisant la combustion d'un hydrocarbure.	9	Aucune réaction ou totalement fausse	Réactifs et produits partiellement corrects	Réactifs et produits corrects, mais non ajustés	Réactifs et produits corrects et équation ajustés		
Déterminer la masse de dioxyde de carbone (CO ₂) dégagée par la combustion complète d'une masse donnée d'un hydrocarbure à partir de données fournies.	11	Aucun calcul	Ébauche de calcul cohérent	Calcul correct sans unité	Calcul et unité corrects		

Annexe 3 : l'évaluation sommative

Exercice 1 : Évaluation des connaissances

- 1) **Nommer** les produits de la combustion incomplète d'un hydrocarbure.
- 2) Citer le danger d'une combustion incomplète.
- 3) Lors de la réaction de combustion complète, parmi les produits, **nommer** le gaz à effet de serre, excepté la vapeur d'eau, qui est produit en grande quantité.
- 4) **Indiquer** la conséquence d'une augmentation de la concentration en gaz à effet de serre dans l'atmosphère.
- 5) **Indiquer** si la réaction de combustion est majoritairement utilisée dans le monde pour fournir de l'énergie, ou si un autre type de réaction est majoritaire.

Exercice 2 : La chaudière au gaz

Problématique : M. Brunet ne se souvient plus si l'entretien de sa chaudière doit être fait tous les ans ou tous les deux ans. Il décide alors de lire les données techniques de sa chaudière et consulte le web pour obtenir des données sur le gaz.

Données issues du web :

Une chaudière au gaz fonctionne avec une alimentation en gaz propane de formule C_3H_8 .

Le propane va subir une réaction de combustion dans cette chaudière.

Le pouvoir calorifique du propane est de 46,6 mégajoules par kilogramme. ($PC = 46,6 \text{ MJ/kg}$)

Données issues de la documentation technique :

En moyenne, cette chaudière consomme 90 kilogrammes de propane par mois.

La révision doit être effectuée lorsque la chaudière a fourni 50 000 MJ d'énergie.

- 1) **Nommer** le type d'énergie en jeu lors de la réaction de combustion du propane.
- 2) **Écrire et ajuster** l'équation de combustion du propane.
- 3) **Calculer** la quantité d'énergie produite par la combustion du propane en un mois.
- 4) **Calculer** la quantité d'énergie produite par la chaudière en un an, puis en deux ans.
- 5) **Répondre** à la problématique en argumentant votre réponse.

Exercice 3 : Catégorie d'émission de CO_2 .

Le diesel $C_{16}H_{34}$ est un carburant encore très utilisé de nos jours dans les moteurs thermiques.

- 1) **Ajuster** l'équation chimique de la réaction de combustion du diesel avec le dioxygène présent dans l'air :



- 2) Dans le moteur, la réaction de combustion libère de l'énergie qui est ensuite convertie en un autre type d'énergie afin de faire avancer la voiture.

Nommer le type d'énergie obtenu (après la conversion) grâce au moteur thermique.

- 3) Sachant que la combustion d'un plein complet produit 3526 moles de CO_2 , **calculer** la masse de CO_2 dégagée.
 $M(CO_2) = 44 \text{ g/mol}$.

- 4) a) **Déterminer** la masse de CO_2 produite pour 1 litre de gasoil brûlé, sachant que le plein d'essence est de 60 litres.
b) Avec 1L de diesel, le SUV parcourt 12 kilomètres. À l'aide du document ci-dessous, **indiquer** dans quelle catégorie d'émissions de CO_2 il se situe.

Émissions de CO_2 faibles



Émissions de CO_2 élevées

Annexe 4 : Grille de l'évaluation sommative

Capacités : chapitre combustion	Questions	Niveau de réussite				Coef	Eval	Note
Calculer l'énergie libérée sous forme d'énergie thermique par la combustion d'une masse donnée d'hydrocarbure à partir de données fournies.	2.3	Aucun calcul	Ébauche de calcul cohérent	Calcul correct sans unité	Calcul et unité corrects	1		
Écrire et ajuster l'équation de la réaction modélisant la combustion d'un hydrocarbure.	2.2 et 3.1	Aucune réaction ou totalement fausse	Réactifs et produits partiellement corrects	Réactifs et produits corrects, mais non ajustés	Réactifs et produits corrects et équation ajustés	1		
Déterminer la masse de dioxyde de carbone (CO ₂) dégagée par la combustion complète d'une masse donnée d'un hydrocarbure à partir de données fournies.	3.1	Aucun calcul	Ébauche de calcul cohérent	Calcul correct sans unité	Calcul et unité corrects	1		

Connaissances : chapitre combustion	Questions	Niveau de réussite			Coef	Eval	Note
Connaître les produits de la combustion complète ou incomplète d'un hydrocarbure dans l'air.	1.1	Aucun produit	Un produit connu	Deux produits connus	0,5		
Connaître la dangerosité des composés produits lors d'une combustion incomplète.	1.2	Dangerosité non connue		Dangerosité connue	0,5		
Savoir que la combustion d'un hydrocarbure ou du charbon libère de l'énergie thermique.	2.1	Non connue		Connue	0,5		
Savoir que l'énergie utilisée aujourd'hui est très majoritairement obtenue à l'aide de combustions.	1.5	Énergie identifiée		Énergie non identifiée	0,5		
Savoir que le CO ₂ est un gaz à effet de serre et que l'augmentation de sa concentration accentue le réchauffement climatique.	1.3 et 1.4	Non connue CO ₂ comme gaz à effet de serre	Connue CO ₂ comme gaz à effet de serre et lien avec réchauffement climatique non fait	Connue CO ₂ comme gaz à effet de serre et lien avec réchauffement climatique	0,5		
Savoir que les moteurs thermiques convertissent l'énergie libérée par la combustion en énergie mécanique.	3.2	Conversion inconnue	Conversion connue mais résultats faux	Conversion juste	0,5		