

## CULTIVER L'ESPRIT CRITIQUE FACE À L'IA

Cette activité a été conçue dans le but d'exercer l'esprit critique des élèves dans le contexte d'explications partiellement erronées obtenues d'une intelligence artificielle interrogée sur une question scientifique.

Cette activité a été testée en classe de terminale en enseignement scientifique.

Elle a été analysée par Alexandre Debout, Laurence Leloup et Caroline Ladent.

*Remarque : La proposition est ici illustrée par des enregistrements audio des échanges des élèves au sein des groupes et des réponses écrites de ces groupes d'élèves. Au quotidien, cet enregistrement par les professeurs est a priori inutile.*

- **Durée indicative : 1h30**

**Extraits du programme :**

### Thème 2.3 : Energie, choix de développement et futur climatique

| Notions et contenus   |
|---|
| La combustion de carburants fossiles et de biomasse libère du dioxyde de carbone et également des aérosols et d'autres substances ( $N_2O$ , $O_3$ , des suies, des produits soufrés), qui affectent la qualité de l'air respiré et la santé. |
| Calculer la masse de dioxyde de carbone produite par une unité d'énergie dégagée pour différents combustibles.  |

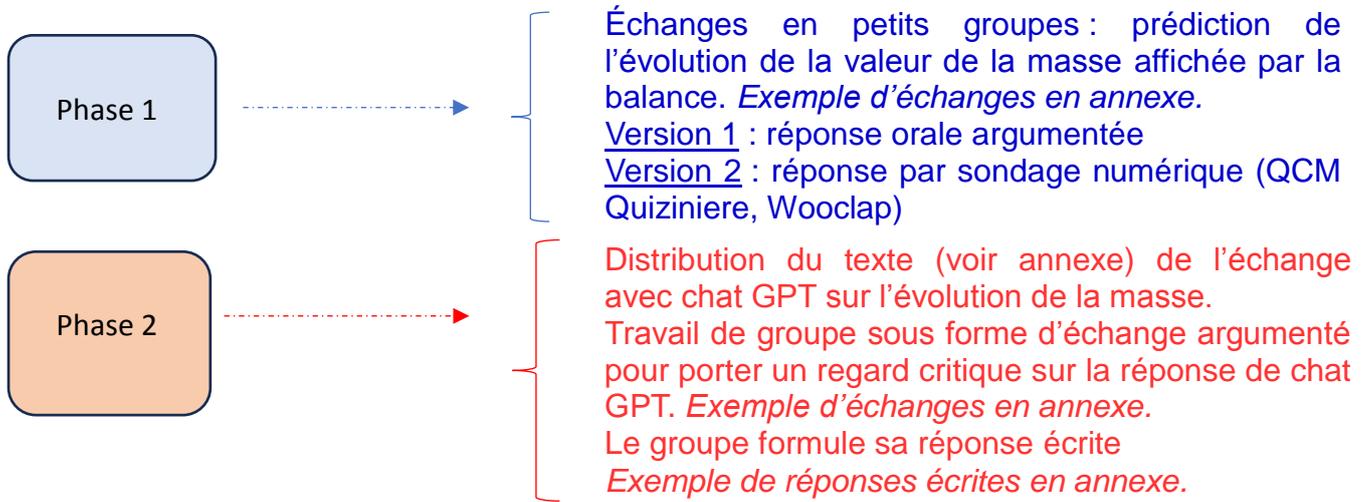
### Thème 3.5 : De la machine de Turing à l'intelligence artificielle

| Notions et contenus  |
|--|
| Analyser des documents relatifs à une application de l'intelligence artificielle.<br>Analyser un exemple d'utilisation de l'intelligence artificielle : identifier la source des données utilisées et les corrélations exploitées. Sur des exemples réels, reconnaître les possibles biais dans les données, les limites de la représentativité.<br>Sur des exemples simples, montrer qu'une corrélation ne correspond pas toujours à une relation de causalité.<br>Expliquer pourquoi certains usages de l'IA peuvent poser des problèmes éthiques. |

- **Prérequis :**
  - La combustion d'un combustible fossile et la production de dioxyde de carbone lors de cette combustion.
  - La loi de Lavoisier.
- **Objectifs :**
  - Développer l'esprit critique des élèves face à l'outil qu'est l'I.A.
  - S'approprier un texte écrit par une IA.
  - Argumenter à l'oral puis à l'écrit une réponse à une problématique.
  - Synthétiser la pensée du groupe à l'écrit.
  - Travailler en équipe et débattre.

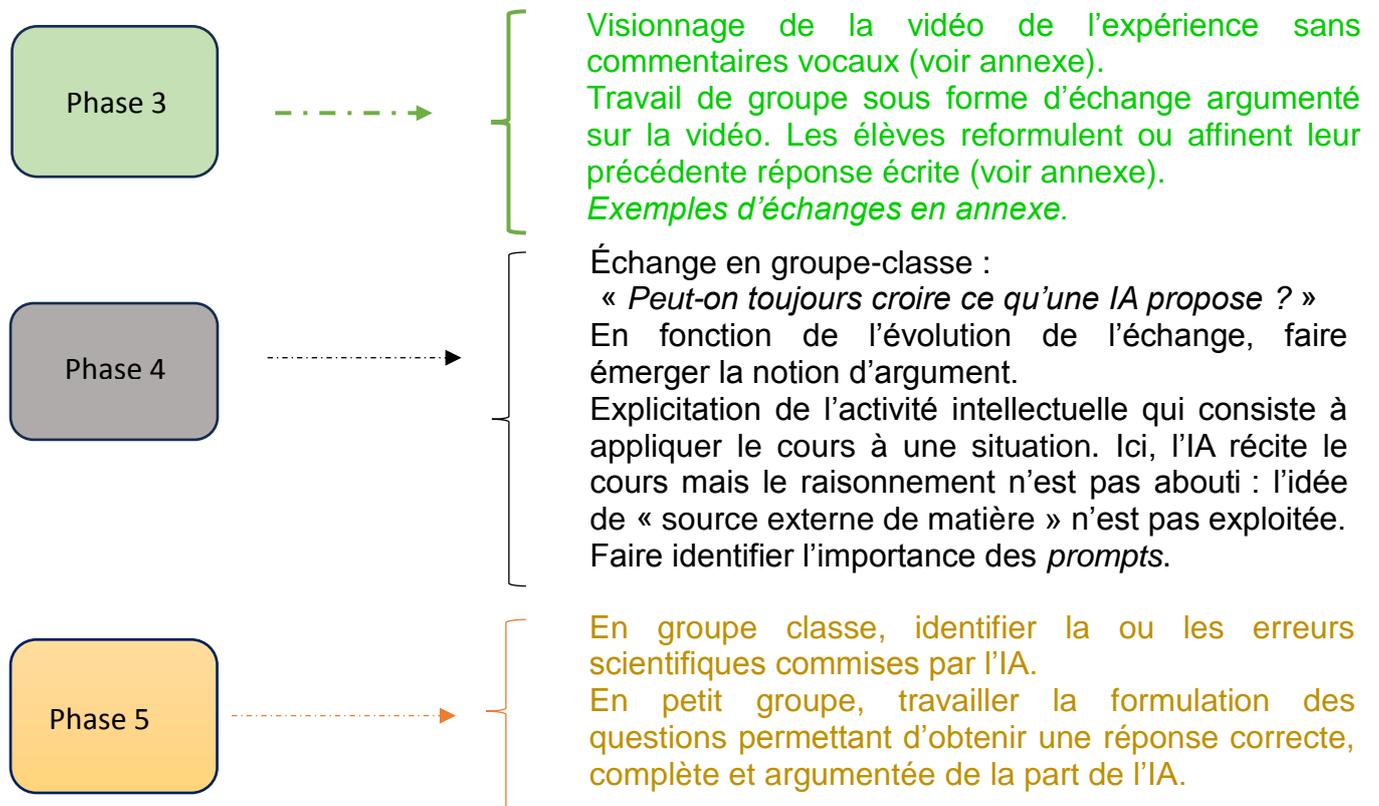
• **Déroulement de la séance : Le travail s'effectue en groupe (de 3 ou 4 élèves)**

Le professeur écrit la question suivante au tableau : « *On brûle une masse donnée de paille de fer sur une balance. Comment évolue la masse affichée sur la balance ?* »



À l'issue de la phase 2, lancer un sondage (exemple de réponse d'une classe en annexe) :

Proposition 1 : Je suis d'accord avec chat GPT car je crois les réponses données par l'IA  
 Proposition 2 : Je suis d'accord avec chat GPT car les arguments proposés me semblent corrects  
 Proposition 3 : Je ne suis pas d'accord avec chat GPT car les arguments proposés me semblent erronés  
 Proposition 4 : Je ne suis pas d'accord avec chat GPT car je me méfie des IA



## Scénario pédagogique

Répartir les élèves par groupe de 3 ou 4 élèves.

**Phase 1 : Environ 10 minutes**

**Phase 2 : Environ 20 minutes**

**Phase 3 : Environ 15 minutes**

**Phase 4 : Environ 10 minutes**

**Phase 5 : environ 30 minutes**

Si cette activité est réalisée sur une séance de 55 minutes, la phase 5 pourra être effectuée à la séance suivante.

Si l'on choisit de demander aux élèves de terminer l'activité hors la classe, on demandera une synthèse écrite d'une dizaine de lignes qui portera sur deux points : l'interprétation de l'expérience et la critique formelle des questions posées à l'IA.

### Réponses d'élèves :

#### Phase 1 :

##### ***Groupes qui pensent que la masse affichée sur la balance augmente :***

« La masse va augmenter car la combustion va rajouter des éléments chimiques dans le fer ».

« Le fer c'est comme une éponge sur laquelle on met de l'eau elle prend du poids ».

« De l'air sera emprisonné dedans »

##### ***Groupes qui pensent que la masse affichée sur la balance diminue :***

« La masse diminue car la paille de fer va se consumer et des particules vont s'envoler »

« La masse globale reste la même mais sur la balance la masse diminue car une partie est transformée en gaz et part dans l'atmosphère. »

« D'après Lavoisier, rien ne se perd rien ne se crée donc la masse est constante. Mais comme une partie part à l'état gazeux dans l'espace, la masse va diminuer. »

##### ***Groupes qui pensent que la masse affichée sur la balance reste constante :***

« La masse reste constante car rien ne se perd rien ne se crée »

« Peut-être que le fer c'est spécifique et qu'il n'y a pas de gaz qui sortent »

« Lorsqu'on brûle un matériau, la masse ne varie pas. »

## Phase 2 :

« Sans intervention de matière extérieure la masse ne peut pas augmenter ».

« La masse des réactifs est égale à celle des produits ».

« Le système est isolé on ne doit pas rajouter de matière extérieure ».

« On peut rappeler que si on utilise un combustible pour faire de l'énergie, ce n'est pas possible que la masse augmente, il faut au contraire que la masse disparaisse ».

« Chat GPT ne dit pas qu'une diminution de la masse est impossible. »

« Chat GPT n'a pas pris en compte qu'il y a des vapeurs qui s'échappent lors de la combustion. »

« On ne peut pas débattre d'un truc sans faire une expérience. »

« La loi de la conservation stipule que la masse d'un système isolé reste constant lors d'une transformation chimique. Dans la réaction il y a un produit solide – les cendres – et un produit gazeux d'où la perte de masse sur la balance. Or Chat GPT dit que le seul produit est de l'oxyde de fer. Donc rien ne part dans l'environnement ce qui pourrait expliquer que la masse reste constante. » : *ce groupe est revenu sur son hypothèse initiale.*

« Est-ce que aucune matière n'est introduite lorsqu'on brûle ? Le dioxygène c'est ce qui fait la combustion. Donc est-ce que de la matière extérieure à la paille de fer est introduite ? ».

### **Première synthèse écrite des élèves :**

« En effet la masse des réactifs est égale à la masse des produits et si la masse augmente lors de la combustion c'est qu'il y a un problème de mesure ou un ajout de réactifs dans la transformation ».

« La masse de la paille de fer va augmenter après combustion. Cela peut être dû à un apport de gaz. »

« Nous avons pu comprendre grâce à chat GPT qu'il est impossible que la masse affichée sur la balance change après combustion de la paille de fer sauf si il y a une source externe de matière ajoutée durant la combustion ».

## Phase 3 :

« Le fer réagit différemment avec le dioxygène que les autres combustibles comme le carbone ou le bois ».

« Une fois brûlé le fer s'oxyde ce qui augmente la masse ».

« Le système n'est pas isolé, il y a donc un apport en masse probablement gazeux ».

« Les réactifs sont la paille de fer et le comburant dans l'air. Il y a une réaction entre l'air et le fer pour produire de la paille de fer brûlée et du dioxyde de carbone. »

« Ce qu'il nous faudrait, c'est l'équation de réaction. »

« Notre théorie fautive a été contredite par une expérience. »

**Deuxième synthèse écrite :**

« Suite à la vidéo, nous pensons que la masse augmente lors de la combustion car le fer et le dioxygène réagissent de manière inhabituelle aux autres combustions ».

« Des éléments extérieurs se trouvant dans l'air s'ajoutent à la combustion peut-être un apport puisque le système n'est pas isolé ».

« Le système n'est pas isolé il y a donc un apport de masse probablement gazeux ».

« La masse totale ne reste pas constante, elle augmente. On en déduit qu'un élément a été ajouté, probablement du dioxygène. Il ne s'agirait donc pas d'un système isolé (l'expérience se déroule à l'air libre) »

**Phase 4 :**

« La question est mal posée : on lui demande de nous montrer que c'est impossible donc il a cherché des trucs qui disaient que c'était impossible ».

« Chat GPT n'est pas capable de faire des expériences physiques mais seulement des recherches ».

« Il faut se baser sur des faits et pas sur une IA ».

« On ne peut pas faire confiance à Chat GPT qui nous amène de mauvais raisonnements. »

« Le problème de Chat GPT est qu'il ne donne pas plus d'importance à des études scientifiques qu'à un groupe de débutants. »

« Nous constatons que chat GPT nous a induit en erreur. Cela pourrait être expliqué par la formulation de la question qui est incomplète et orientée. »

**Phase 5 :****Exemple 1 :**

*User :*

Tu es un expert en chimie. Ta tâche va maintenant être de répondre au problème posé : On brûle de la paille de fer sur une balance, à la fin de la combustion, la masse mesurée sur la balance sera-t-elle plus élevée qu'au début de la combustion ?

*ChatGPT :*

Non, la masse mesurée sur la balance à la fin de la combustion de la paille de fer ne sera pas plus élevée qu'au début. Lorsque le fer brûle, il réagit avec l'oxygène de l'air pour former de l'oxyde de fer (rouille). La masse totale des réactifs (fer et oxygène) est égale à la masse des produits (oxyde de fer) lors d'une réaction chimique. La masse de l'oxyde de fer formé pendant la combustion sera équivalente à la masse du fer initial plus la masse de l'oxygène qui a réagi avec le fer. Il n'y aura pas de gain de masse significatif dans le processus de combustion du fer.

En fait, la masse totale pourrait diminuer légèrement en raison de la libération de certains gaz pendant la combustion, tels que la vapeur d'eau.

*User :*

En es-tu bien sûr ?

*ChatGPT :*

Je m'excuse pour la confusion dans ma réponse précédente. J'aimerais clarifier que la combustion du fer produit de l'oxyde de fer (rouille), et dans ce processus, l'oxygène de l'air réagit avec le fer pour former l'oxyde. En général, la masse de l'oxyde de fer formé est effectivement plus élevée que la masse initiale du fer. Cela est dû à l'incorporation d'atomes d'oxygène dans la structure de l'oxyde de fer, ce qui augmente la masse totale.

Donc, pour répondre à votre question initiale, à la fin de la combustion de la paille de fer, la masse mesurée sur la balance pourrait être légèrement plus élevée qu'au début en raison de la formation de l'oxyde de fer.

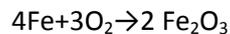
Cependant, il est essentiel de noter que la combustion du fer peut également entraîner des pertes de masse dues à l'évaporation de l'eau présente dans le matériau ou à d'autres réactions secondaires. La quantité précise de changement de masse dépendra des conditions spécifiques de la réaction.

*User :*

Si on imagine que la paille de fer ne contienne pas d'eau mais seulement des atomes de fer Fe, que se passera-t-il ?

*ChatGPT :*

Si on suppose que la paille de fer ne contient que des atomes de fer (Fe) et aucun autre composant comme l'eau, alors lors de la combustion, le fer réagira avec l'oxygène de l'air pour former de l'oxyde de fer. La réaction chimique générale serait :



Dans cette réaction, chaque atome de fer (Fe) réagit avec une molécule de dioxygène (O<sub>2</sub>) pour former deux atomes d'oxyde de fer (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). L'oxyde de fer a une masse molaire plus élevée que le fer seul, car il contient des atomes d'oxygène en plus.

Par conséquent, dans ce scénario où la paille de fer ne contient que du fer, la masse mesurée sur la balance après la combustion sera effectivement plus élevée qu'au début. Cela est dû à la masse supplémentaire des atomes d'oxygène incorporés dans la formation de l'oxyde de fer.

### **Exemple 2 :**

*User :*

Tu travailles et analyses la combustion du fer depuis longtemps. Ta tâche va maintenant être de répondre au problème posé : On brûle de la paille de fer sur une balance, à la fin de la combustion, la masse mesurée sur la balance sera-t-elle plus élevée qu'au début de la combustion ? Tu devras me poser des questions avant de répondre au problème posé. As-tu bien compris ?

*ChatGPT :*

Oui, j'ai bien compris. Avant de répondre à la question, permettez-moi de poser quelques questions pour clarifier le contexte de l'expérience.

Pouvez-vous préciser ce que vous entendez par "paille de fer" ? S'agit-il d'une forme particulière de fer ou d'un composé contenant du fer ?

Comment la combustion du fer est-elle réalisée dans cette expérience spécifique ?

Y a-t-il d'autres substances impliquées dans le processus de combustion, en plus de la "paille de fer" ?

Pourriez-vous fournir des détails sur l'environnement de l'expérience, tels que la présence d'oxygène et les conditions de température ?

Ces informations me seront utiles pour formuler une réponse plus précise à votre problème.

*User :*

1 : Il s'agit d'une matière composée d'une multitude de fils de fer très fin qui brûle très vite. Il n'y a donc que des atomes de fer

2 : Elle est réalisée grâce au contact d'une pile 5V. Comme les fils sont très fins, ils brûlent très vite et facilement

3 : Non, il n'y a que des atomes de fer

4 : L'expérience se passe à température ambiante, avec de l'air normal (78% d'azote, 21% de dioxygène et 1% d'autres gaz)

*ChatGPT :*

Merci pour ces informations.

Avec ces détails, je peux maintenant formuler une réponse à votre problème. Lorsque la "paille de fer" brûle, elle réagit avec l'oxygène de l'air pour former de l'oxyde de fer (rouille).

La réaction chimique générale peut être représentée comme suit :  $\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$

La masse totale des produits de la combustion (oxyde de fer) sera égale à la somme des masses initiales du fer et de l'oxygène provenant de l'air.

Dans ce cas, la masse totale après la combustion sera donc plus élevée que la masse initiale du fer.

Ainsi, à la fin de la combustion, la masse mesurée sur la balance sera effectivement plus élevée qu'au début de la combustion en raison de la formation de l'oxyde de fer

## Analyse :

### Phase 1 :

Les élèves qui appliquent la loi de conservation pensent tous que la masse affichée sur la balance diminue ou reste constante. Très peu d'élèves pensent que la masse augmente. Globalement il y a peu de confusion entre transformation chimique et changement d'état. Cependant, certains élèves évoquent les réactions nucléaires et l'équivalence masse énergie.

Au sein de certains groupes, il n'y a pas d'accord entre les élèves. Ceux qui pensent que la masse augmente n'emportent pas l'adhésion de leurs camarades.

### Phase 2 :

Il est intéressant de voir que tous les élèves qui affirmaient que la masse affichée augmente reviennent sur leur hypothèse et font une confiance aveugle à chat GPT.

Ceux qui pensent que la masse reste constante ou diminue ne remettent pas en cause leur hypothèse initiale mais cherchent à intégrer à leur réponse les arguments de Chat GPT.

Globalement, la quasi-totalité des élèves ne remet pas en cause les arguments de chat GPT.

Certains groupes s'interrogent cependant sur le sens de l'expression « système isolé » qui apparaît dans la réponse de chat GPT en se demandant si cela s'applique bien au cas étudié du fait que l'expérience se déroule à l'air libre.

### Phase 3 :

Il n'y a aucune remise en cause de l'expérience, même si les élèves ont toujours du mal à comprendre que la combustion du fer ne conduit pas aux mêmes produits que la combustion de bois. Quelques groupes soulignent qu'il faudrait écrire l'équation de réaction pour expliquer l'augmentation de la masse mais aucun ne le fait. De manière générale, aucun groupe n'apporte d'interprétation totalement satisfaisante à l'expérience. Ils gardent toujours comme référence la combustion des combustibles fossiles.

Dès cette phase, certains groupes s'interrogent sur la formulation de la question à l'IA et le contenu de sa réponse, anticipant ainsi la phase 4.

### Phase 4 :

La recherche en groupe classe des phases de raisonnement erroné dans le discours de ChatGPT amène à écrire l'équation de la réaction que les élèves n'ont pas cherché à écrire seuls.

Lors de la discussion collective, les élèves prennent conscience de l'importance de la formulation des questions lors de l'utilisation d'une intelligence artificielle. Ils prennent conscience qu'il est facile d'orienter la réponse d'une IA et qu'il est donc nécessaire de travailler la rédaction des prompts et de garder un esprit critique pour contrôler la valeur de la réponse, ce qu'aucun groupe ne fait au début de l'activité.

**Points positifs**

- Bonne implication des élèves dans les phases tant écrites qu'orales
- Un constat rassurant : Les élèves font davantage confiance au résultat de l'expérience qu'aux réponses de l'IA
- Les objectifs semblent atteints

**Points de vigilance**

- Gestion du temps : respecter la durée des différentes phases pour mener à bien l'activité complète dans le temps indiqué.
- Circuler dans la classe pour recentrer le débat si nécessaire mais ne pas participer aux échanges des groupes.

**ANNEXES**

- Texte écrit par chat GPT
- Exemples d'enregistrements audio d'élèves
- Vidéo de l'expérience de la combustion de la paille de fer
- Sondage interactif