

Travaux Académiques Mutualisés de Physique-Chimie 2025-2026

Intitulé du projet académique : Apprendre avec l'IA et développer un regard critique : confrontation entre IA, modèles scientifiques et expérimentation.

Titre explicite du scénario/ méthode pédagogique

Modélisation de l'équilibre de solubilité en s'appuyant sur la dissolution du chlorure de sodium

Problématique en lien avec le projet académique :

Comment l'IA permet-elle aux élèves de modéliser les différents cas observés lors de la dissolution du sel (dissolution totale et non totale) à l'aide du quotient de réaction et de la constante de solubilité ?

- **Professeur(s) expérimentateur(s) :** Marine Le Grand- Lycée Jean Bodin- Les Ponts de Cé (49)
- **Niveau(x) concerné(s) :** Terminale STL SPCL
- **Thème du programme :** Chimie et développement durable- Composition des systèmes chimiques-Solubilité
- **Description succincte :**

Cette activité est une activité expérimentale qui s'adresse aux élèves de terminale STL SPCL sur une séance de 2h. Les élèves sont en salle de TP, disposent d'un ordinateur et sont en binômes.

Les élèves cherchent expérimentalement la limite de solubilité du sel puis à l'aide de l'IA (chat GPT en mode non connecté) cherchent à modéliser cette dissolution à l'aide des outils « quotient de réaction » et « constante de solubilité ». L'approche se fait dans un premier temps par observations expérimentales : la dissolution du sel n'est pas toujours totale.

A la suite de cela, ils établissent une carte mentale à l'aide d'étiquettes pour structurer les notions découvertes.

Enfin, un retour sur le contexte proposé au début de la séance (marais salants) permet d'appliquer les notions découvertes.

- Scénario pédagogique de la séquence/ description détaillée de la méthode proposée
L'activité est réalisée en salle de TP. Les élèves sont par binôme. L'activité a été testée avec un groupe de 10 élèves d'un bon niveau manipulateur mais globalement faible en terme d'analyse et de raisonnement.

Première partie (questions 1 à 3) : 40min hypothèse et expérience

- Les élèves utilisent leurs connaissances pour émettre une hypothèse argumentée sur le caractère total ou non total de la dissolution du chlorure de sodium. Le professeur passe dans les rangs pour donner des coups de pouce (une carte mentale ou une vidéo peut être prévue pour redonner les caractéristiques de chacun des types de transformation).
- Les élèves réalisent l'expérience de dissolution pour vérifier leur hypothèse. Le professeur passe dans les rangs pour échanger sur les conditions expérimentales (température, précision de la pesée, agitation, temps d'attente entre chaque ajout).
- Les élèves complètent un tableau dans lequel ils doivent préciser si le mélange obtenu est homogène ou hétérogène et doivent valider leur hypothèse à partir de cette observation. Cette étape nécessite de la part des élèves de faire le lien entre le type de transformation et l'observation faite ce qui n'est pas toujours évident. Lors de l'appel obligatoire, le professeur prend le temps de s'assurer que la modélisation de la dissolution dans les deux cas est validée et comprise : si le sel n'est pas entièrement dissout, la transformation est non totale, on écrit l'équation avec la double flèche ; si le sel est entièrement dissout, la transformation est totale, l'équation peut s'écrire avec une flèche simple.

Deuxième partie (questions 4 et 6) : 30 min sollicitation de l'IA pour modéliser

- Les élèves rédigent sur leur feuille de TP par binôme un prompt à l'aide de la fiche méthode « Rédiger une requête sur une IA » présentant la méthode ACTIF. Le prompt initial est noté sur la fiche du TP et sera recueilli par le professeur en vue d'une séance suivante. En cas de difficulté le professeur propose aux élèves de se rendre sur le site : <https://actif.numedu.org/> qui est une aide à la rédaction d'un prompt.
- Les élèves testent leur prompt sur l'IA, et ajustent la demande si nécessaire avec l'aide du professeur qui circule dans les groupes.
- Les élèves prennent connaissance des informations apportées par l'IA. Le professeur passe dans les rangs pour apporter de l'aide dans le tri des informations et rappeler que les informations sélectionnées doivent porter sur le quotient de réaction, la constante d'équilibre et le fait que la solution soit saturée ou non.

Troisième partie (questions 7 et 11) : 30 min confrontation modèle/expérience

- Les élèves utilisent leurs connaissances pour calculer le Qr du système après chaque ajout de chlorure de sodium. Le professeur passe dans les rangs pour apporter des coups de pouces (fiche de rappel sur les concentrations effectives, sur l'expression du Qr).
- Les élèves comparent leurs résultats expérimentaux et la modélisation proposée par l'IA. La valeur du Ks est nécessaire pour valider le modèle, le professeur veillera donc à ce que chaque binôme l'ait extraite des réponses de l'IA ou donnera la valeur.
- La réponse à la question 11 pourra faire l'objet d'une mise en commun pour confronter les points de vue des élèves, les différentes valeurs obtenues par les groupes (l'IA a-t-elle apportée les mêmes infos), la valeur donnée dans des livres de référence ou des manuels et revenir sur l'importance des conditions expérimentales (notamment pour la valeur de Ks).

Quatrième partie (question 12) : 10 min structuration

Les étiquettes à disposition (étiquettes fabriquées en découpant la carte mentale à disposition dans la fiche activité) pour la structuration des connaissances sont distribuées par le professeur. Les élèves les ordonnent.
Le professeur prévoit une photocopie de la carte mentale qui sera donnée après validation.

Cinquième partie (question 13) : à la maison reexploitation

Les élèves doivent expliquer le fonctionnement d'un marais salant à partir des connaissances acquises dans la séance. Une vidéo décrivant succinctement le fonctionnement d'un marais salant est à disposition (<https://ladigitale.dev/digiview/#/v/6a21d7a16e8b3>). Celle-ci ne contient pas les éléments de modélisation découverts dans la séance.

Prolongations

- A la séance suivante, le professeur reprend les éléments de structuration avec les élèves et une mise en commun des réponses apportées à la question 13 est faite. Cela peut aussi être un moment approprié pour revenir sur les différentes

Le professeur propose ensuite deux expériences de cours (en vidéo ou réalisées en direct) permettant de compléter la notion et de l'exploiter :

* une montrant l'influence de la température (vidéo de la précipitation de l'iodure de plomb)

*une proposant le mélange de deux solutions ioniques (chlorure de sodium et nitrate d'argent par exemple) afin de prévoir le sens d'évolution du système lors du mélange (précipitation ou non). Cette activité peut servir d'évaluation formative.

- Sur une séance de projet expérimental, un bilan technique sera réalisé : rédaction de requête, l'IA donne-t-elle toujours la même réponse à une demande, quelle consommation énergétique, quand solliciter un moteur de recherche/une IA ?

Retour des élèves sur l'utilisation de l'IA :

1. Qu'as-tu pensé de l'utilisation de l'IA sur ce TP?

9 répondants

OUI

C'était ludique j'ai bien aimé

L'IA nous a été utile pour les notions mais dans la précision des résultats moins

Plutôt bien , elle peut être utile !

Utile pour certaine question

intéressant

Utile

C étais pas mal

intéressant

2. Aurait-on pu se passer de l'IA dans ce TP?

9 répondants

OUI

Oui

Oui largement

Oui bien sûr

Oui

oui probablement

Je ne pense pas sauf si aide de professeur

Oui et non car elle nous a quand même apporter pas mal de chose que nous ne connaissons pas

probablement

3. A ton avis, dans quel but le professeur a voulu vous faire utiliser l'IA aujourd'hui?

9 répondants

Pour me faire apprendre à l'utiliser

Pour nous faire comprendre qu'on peut l'utiliser mais qu'il faut savoir l'utiliser correctement et pas tout le temps

Parce que l'IA devient de plus en plus utilisé et mis en avant dans notre génération

Pour pouvoir comparer les résultats et voir leur pertinence

Pour apprendre à sa servir l'IA

a nous informer et nous prévenir sur c'est ia

Pour mesurer le niveau d intelligence de l'ia en physique

Pour pouvoir l'introniser dans potentiellement les études de demain

nous sensibiliser a l'utilisation de l'IA

Exemple de prompt rédigé avec le site numedu.org

Tu dois agir comme un professeur de sciences dans le système éducatif français.

Tu enseignes à des élèves de lycée âgés de 15 à 17 ans.


propose moi une modélisation des équilibres de solubilité. utilise la notion de quotient de réaction, de produit de solubilité.

Pour donner ta réponse, tu utiliseras un ton académique.


Tu donneras ta réponse sous forme d'un tableau.

Réponse apportée par chat GPT

Voici une proposition de modélisation des équilibres de solubilité adaptée à des élèves de lycée (15–17 ans), en s'appuyant sur les notions de quotient de réaction et de produit de solubilité.

| Étape de la modélisation | Description scientifique | Expression mathématique | Interprétation |  |
|--|---|---|--|---|
| 1. Dissolution d'un solide peu soluble | Un solide ionique est placé dans l'eau. Une partie du solide se dissocie en ions. | Exemple : $\text{AgCl}(s) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ | Un équilibre dynamique s'établit entre le solide et les ions dissous. | |
| 2. Écriture du quotient de réaction | On définit le quotient de réaction associé à l'équilibre de dissolution. | $Q_r = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$ | Le solide n'apparaît pas dans l'expression car son activité est constante. | |
| 3. Définition du produit de solubilité | À l'équilibre, le quotient de réaction prend une valeur particulière appelée produit de solubilité. | $K_s = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$ | K_s caractérise la solubilité du solide à une température donnée. | |
| 4. État non saturé | Les concentrations ioniques sont faibles. | $Q_r < K_s$ | La dissolution du solide peut encore se poursuivre. | |

Voici une proposition de modélisation des équilibres de solubilité adaptée à des élèves de lycée (15–17 ans), en s'appuyant sur les notions de quotient de réaction et de produit de solubilité.

| Étape de la modélisation | Description scientifique | Expression mathématique | Interprétation |  |
|--|---|---|--|---|
| 1. Dissolution d'un solide peu soluble | Un solide ionique est placé dans l'eau. Une partie du solide se dissocie en ions. | Exemple : $\text{AgCl}(s) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ | Un équilibre dynamique s'établit entre le solide et les ions dissous. | |
| 2. Écriture du quotient de réaction | On définit le quotient de réaction associé à l'équilibre de dissolution. | $Q_r = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$ | Le solide n'apparaît pas dans l'expression car son activité est constante. | |
| 3. Définition du produit de solubilité | À l'équilibre, le quotient de réaction prend une valeur particulière appelée produit de solubilité. | $K_s = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$ | K_s caractérise la solubilité du solide à une température donnée. | |
| 4. État non saturé | Les concentrations ioniques sont faibles. | $Q_r < K_s$ | La dissolution du solide peut encore se poursuivre. | |

| | | | |
|---|--|--|--|
| 5. État d'équilibre (solution saturée) | Les vitesses de dissolution et de précipitation sont égales. | $Q_r = K_s$ | Le système est à l'équilibre de solubilité. |
| 6. État sursaturé | Les concentrations ioniques sont trop élevées. | $Q_r > K_s$ | Une précipitation spontanée se produit jusqu'au retour à l'équilibre. |
| 7. Cas général | Pour un solide ionique de formule $MaXb$. | $MaXb(s) \rightleftharpoons a M^{b+}(aq) + b X^{a-}(aq)$ | Les coefficients stoechiométriques doivent être pris en compte. |
| 8. Produit de solubilité généralisé | Expression générale du produit de solubilité. | $K_s = [M^{b+}]^a [X^{a-}]^b$ | Les exposants correspondent aux coefficients stoechiométriques de l'équation de dissolution. |
| 9. Lien avec la prévision d'une précipitation | On calcule Q_r à partir des concentrations mesurées ou obtenues après mélange. | Comparaison de Q_r à K_s | Permet de prévoir si un précipité apparaîtra ou non. |
| 10. Modèle conceptuel | Le système évolue spontanément de manière à tendre vers l'égalité $Q_r = K_s$. | $Q_r \rightarrow K_s$ | Cette évolution traduit la recherche de l'état d'équilibre chimique. |

Synthèse

| Valeur du quotient de réaction | Évolution du système |
|--------------------------------|-------------------------|
| $Q_r < K_s$ | Dissolution favorisée |
| $Q_r = K_s$ | Équilibre de solubilité |
| $Q_r > K_s$ | Précipitation favorisée |

Cette modélisation permet de relier l'observation expérimentale (dissolution ou apparition d'un précipité) à un critère quantitatif fondé sur la comparaison entre le quotient de réaction Q_r et le produit de solubilité K_s .