

Evolution d'un système chimique

THÉMATIQUE

- Transformation chimique.

CONCEPTS OU NOTIONS ABORDÉS

- Réactifs, produits.
- Equation de réaction.
- Etat initial, état final d'un système siège d'une transformation chimique.

OBJECTIFS DE FORMATION

- Approfondir les notions de réactifs et de produits.
- Interpréter l'équation d'une réaction chimique.

Introduction

Consulter la page éducol associée au thème « [Programmer en physique-chimie](#) ».

Présentation de l'activité

Sur l'exemple de la combustion du méthane, modélisée par une équation de réaction, les élèves complètent une simulation permettant de choisir le nombre de molécules présentes à l'état initial puis d'en suivre l'évolution jusqu'à atteindre l'état final du système à l'issue de la transformation. L'élève est ainsi amené à réinvestir les notions propres à la transformation chimique d'un système dans un contexte de programmation de façon à mieux se les approprier et à engager une réflexion sur la signification des nombres stœchiométriques dans l'équation qui la modélise.

Cette activité ne peut donc pas être proposée comme introduction à la réaction chimique. C'est plutôt une activité de fin de cycle 4 ou de seconde car les notions de réactif, de produit et d'équation de réaction doivent avoir été abordées.

L'activité peut servir de support à l'enseignant comme pour lever les obstacles didactiques liés à ces notions notamment pour aider à la distinction entre les nombres stœchiométriques et les quantités des espèces présentes à l'état initial et à l'état final.

En seconde, une réflexion critique sur le petit nombre de molécules prises en compte pour réaliser la simulation peut constituer une introduction à l'étude des quantités de matière exprimées en mol.

Activité de calcul numérique

Il s'agit de manipuler un logiciel permettant d'effectuer des calculs et des programmes simples.

Pistes de validation et d'expérimentation

- Faire varier les quantités initiales et vérifier qu'aucune quantité d'espèces ne peut devenir négative.
- Vérifier que la quantité des réactifs diminue, que celle des produits augmente et que celle des espèces spectatrices ne varie pas.

LOGICIELS UTILISÉS

- Scratch.

CAPACITÉS NUMÉRIQUES TRAVAILLÉES

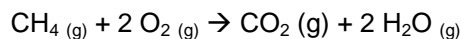
- Définir des paramètres numériques
- Effectuer des calculs
- Utiliser des tests
- Mettre en œuvre des boucles

Exemples de contextualisation

Toute transformation totale modélisée par une équation présente dont les nombres stœchiométriques diffèrent de l'unité pourra être utilisé comme support de contextualisation comme par exemple la combustion du méthane, la synthèse de l'eau, la formation d'un oxyde métallique...

De la situation physique au traitement numérique

On considère la combustion du méthane, modélisée par la réaction dont l'équation est :



Les nombres stœchiométriques sont définis à l'échelle macroscopique ce qui est difficile à appréhender pour des élèves de cycle 4. On choisit ici de s'écarter de la rigueur de cette définition en représentant la composition du mélange réactionnel par un petit nombre de molécules. En effet, l'objectif didactique est de consolider les notions de réactifs et de produits ainsi que de mener les élèves à distinguer les nombres stœchiométriques des quantités des espèces présentes à l'état initial. Le système chimique peut contenir aussi dans l'état initial des produits de la réaction (CO_2 et H_2O) ainsi qu'une espèce spectatrice (N_2). Cela permet aussi une première approche de la notion de réactif limitant, même si le terme n'est pas employé au cycle 4.

En seconde, une réflexion critique sur le petit nombre de molécules mis en jeu comparé au nombre de molécules présentes dans un système réel doit permettre de faire émerger l'idée qu'un bilan de matière n'a de sens qu'à l'échelle macroscopique.

Ce que les élèves doivent retenir

Un réactif est une espèce dont la quantité diminue au cours d'une transformation chimique. Un produit est une espèce dont la quantité augmente.

Les nombres stœchiométriques, indiqués dans l'équation de la réaction modélisant la transformation, renseignent sur les proportions dans lesquelles les réactifs sont consommés et les produits sont formés pour obtenir une description quantitative de l'état final d'un système chimique.

Activité de simulation

Les propositions suivantes ne sont pas prescriptives. Il s'agit de bases pour illustrer la situation d'apprentissage qu'il convient d'ajuster en fonction de sa place dans la progression et dans la séquence pédagogique, du niveau de maîtrise par les élèves de l'outil informatique choisi, etc.

Exemples de consignes pour les élèves

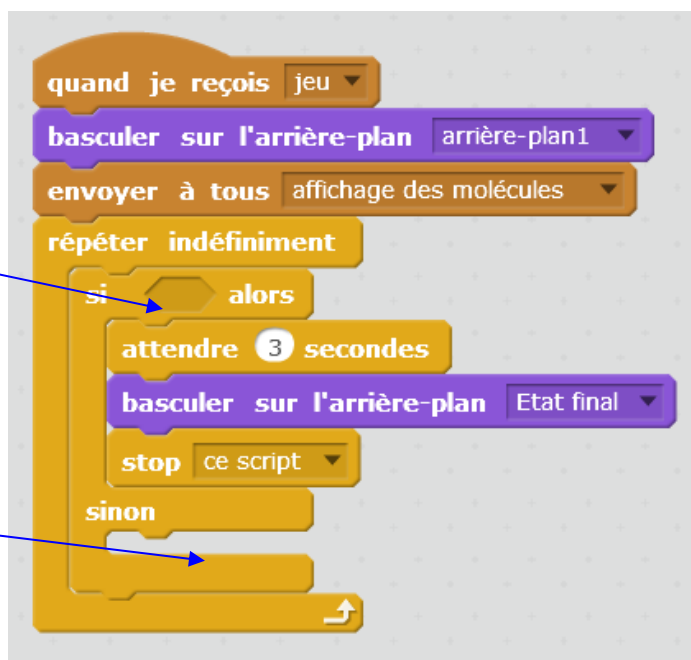
Programmation (compétence Réaliser)

On souhaite réaliser un programme permettant de simuler l'évolution du nombre de molécules présentes au cours de la combustion du méthane. Pour simplifier, on considèrera que le milieu ne peut contenir que des molécules de méthane, dioxygène, diazote, eau et dioxyde de carbone.

1. Écrire l'algorithme correspondant sous forme de consignes en employant tous les termes suivants : ajouter ; soustraire ; entrer au clavier ; recommencer à partir de ; afficher à l'écran ; si ; alors ; sinon ; ou.

Ouvrir le fichier « Scratch simulation combustion methane.sb2 » présent dans le dossier « [Réaction chimique.zip](#) ». Terminer la simulation en complétant le script de l'arrière-plan (image ci-contre) :

2. Compléter ici les conditions pour lesquelles on peut affirmer que l'état final du système est atteint, c'est-à-dire que la transformation chimique s'arrête.
3. Compléter ici le calcul des nombres de molécules ainsi que du nombre total de molécules lorsqu'on appuie sur la flèche avant → du clavier.
4. Même question si l'on appuie sur la touche arrière ← du clavier.



Indication : Les scripts permettant le calcul des nombres de molécules doivent finir par l'envoi du message « jeu » pour permettre d'actualiser l'affichage des molécules après avoir pressé la touche → ou la touche ← du clavier.

Remarque : Les scripts permettant le choix du nombre de molécules présentes à l'état initial et l'affichage des molécules sont déjà réalisés.

Expérimentation numérique et validation de la programmation (compétence Valider)

1. Contrôler la validité de la simulation en observant l'évolution des nombres de molécules des réactifs et des produits au cours de la réaction. Observer si l'état final est bien atteint dans les conditions prévues.
2. Faire trois essais en faisant varier le nombre de molécules présentes à l'état initial. Relever les nombres de molécules de chaque espèce à l'état initial et à l'état final pour chaque essai. Préciser la relation mathématique entre les quantités consommées pour les réactifs et les quantités formées pour les produits.

3. Comparer les relations trouvées aux nombres intervenant dans l'équation de la réaction.

Conclusion (compétence Communiquer)

Rédiger un court texte décrivant l'évolution des quantités des espèces chimiques au cours d'une transformation chimique en employant les termes suivants : réactifs, produits, équation de la réaction.

Exemples d'aides pour la programmation avec Scratch

1. Compléter l'algorithme à l'aide de l'équation de la combustion du méthane :

- **Entrer au clavier** les nombres de molécules de CH₄, O₂, N₂, CO₂ et H₂O.
- **Si** le nombre de molécules de ___ est nul **ou** si le nombre de molécules de ___ est nul, **alors** :
 - **Afficher à l'écran** : « état final atteint ».
 - **Afficher à l'écran** les nombres de molécules de CH₄, O₂, N₂, CO₂ et H₂O.
- **Sinon** :
 - **Soustraire** 1 au nombre de molécules de ___
 - **Soustraire** 2 au nombre de molécules de ___
 - **Ajouter** 1 au nombre de molécules de ___
 - **Ajouter** 2 au nombre de molécules de ___
 - **Recommencer à partir de** l'étape 2.

Pour parvenir à une simulation qui fonctionne, il est conseillé de procéder étape par étape :

2. Écrire une des conditions pour laquelle l'état final est atteint.

Pour cela, utiliser un opérateur de comparaison :



3. Écrire le script qui doit s'exécuter si la flèche droite → du clavier est enfoncée. Tester le bon fonctionnement de ces scripts en lançant l'animation.

Quelques exemples de blocs utiles :



4. Écrire le script qui doit s'exécuter si la flèche droite → du clavier est enfoncée. Tester le bon fonctionnement de ces scripts en lançant l'animation.
5. Revenir aux conditions pour lesquelles l'état final est atteint (il y a trois cas à prendre en compte). Penser au cas où le nombre initial de molécules de dioxygène choisi est impair.

Pour écrire une seule condition incluant ces trois cas, il va falloir utiliser :

- les opérateurs logiques : 
- les opérateurs de comparaison : 

6. Aide supplémentaire : Les opérateurs peuvent s’imbriquer entre eux. Les trois cas ensemble sont liés par les opérateurs logiques de la façon suivante :



Un exemple de script intitulé « correction Scratch simulation combustion methane.sb2 » est présent dans le dossier « [Réaction chimique.zip](#) ».