

Résolution de problèmes & tâches complexes

Le programme de spécialité nous encourage à mettre en place des « résolutions de problèmes » qui permettent de développer l'autonomie et l'initiative des élèves. La confrontation à une situation complexe peut être très motivante pour certains élèves, angoissante pour d'autres qui ne savent pas comment démarrer, et qui parfois, ne démarrent jamais.

Nous soumettons ici trois types d'activités E, F et G comprenant des « résolutions de problèmes » chacune tentant de gérer le démarrage difficile de certains élèves tout en proposant un challenge adapté à chaque profil.

1. Des aides à scanner comme coup de pouce pour avancer

Dans l'activité E, les élèves travaillent en petits groupes et doivent vérifier qu'une simulation de l'expérience de Joule respecte bien le premier principe de la thermodynamique. Les élèves connaissent ce principe et sont déjà familiarisés avec les diagrammes d'énergie.

Comme lors de ce type d'activité, les élèves ont à leur disposition des aides au bureau du professeur qu'il leur est possible de scanner. L'objectif est de faire démarrer des groupes qui seraient rebutés par la difficulté du problème. Une fois la première aide révélée, ils prennent confiance pour aborder la suite. Les aides suivantes sont là pour encourager les plus fragiles.

Il faut bien sûr laisser un délai avant d'autoriser l'accès à ces aides pour permettre une vraie recherche initiale et bien surveiller que les élèves ne scannent pas plusieurs aides à la fois. Là encore, les comportements diffèrent entre les élèves qui veulent résoudre le problème sans aucune aide et ceux qui n'hésitent pas à bénéficier d'un coup de pouce. Nous avons constaté que l'aide trouve son chemin vers ceux qui en ont besoin et que personne n'est laissé sans assistance.

2. Des énoncés plus ou moins détaillés pour chaque élève

Une autre manière de présenter une activité de type « tâche complexe » est de proposer aux élèves un énoncé plus ou moins détaillé selon le niveau de chacun. Ce genre d'approche permet de gérer l'hétérogénéité de la classe en distribuant à chaque élève l'énoncé qui lui correspond : niveau débutant, confirmé ou expert. La mise en pratique de cette méthode, à l'instar des petits papiers, peut être là aussi très fastidieuse lorsqu'il s'agit de gérer les photocopies et de savoir à qui distribuer quoi. Voici ce que nous proposons pour régler ces difficultés.

L'élève, une fois en possession de l'énoncé, et après avoir lu l'objectif de l'activité, choisit le niveau de difficulté auquel il souhaite se confronter. En général, chaque élève connaît ses capacités et s'oriente vers l'énoncé adéquat mais le professeur peut aussi conseiller l'élève indécis. Dans l'activité F proposée, l'objectif est de déterminer le pH d'un acide faible. Le niveau expert propose une tâche complexe sous la forme d'un problème où l'élève doit proposer une résolution en plusieurs étapes.

Énoncé niveau expert :

A l'aide des informations ci-dessus, déterminer la valeur du pH de la solution aqueuse d'acide carbonique.

Le niveau confirmé présente un énoncé avec quelques points d'étape jusqu'à la résolution finale. Ainsi la première étape exige d'écrire une équation acido-basique et de remplir un tableau d'avancement. La seconde étape demande à l'élève d'écrire l'équation du second degré dont x_f est l'inconnue. Et enfin, la dernière étape propose à l'élève de déterminer la composition finale du système chimique pour en déduire le pH, sans rappeler le lien entre pH et concentration en ions oxonium.

Énoncé niveau confirmé :

1. Compléter le tableau d'avancement ci-dessous. L'avancement final de la réaction est noté x_f (en mol).

Réaction chimique				
État initial		Solvant		≈ 0
État final : Équilibre chimique		Solvant		

2. À l'équilibre chimique, en déduire la relation entre l'avancement x_f et la constante d'acidité K_A du couple $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) / \text{HCO}_3^-(\text{aq})$.

Exprimer cette relation sous la forme d'une équation du second degré : $ax_f^2 + bx_f + c = 0$ où a , b et c sont des constantes dont on donnera la valeur numérique.

3. Déterminer la composition système chimique à l'équilibre et en déduire la valeur du pH de la solution.

L'énoncé du niveau débutant est quant à lui bien balisé avec des questions qui permettent d'aboutir progressivement à la solution. Des résultats numériques donnés à l'élève lui permettent de passer à la question suivante s'il est bloqué. Seuls les niveaux débutant et confirmé sont accessibles par le biais de QR Code. Si le niveau choisi est trop difficile, l'élève a la possibilité de changer d'énoncé et ceci aussi bien en classe qu'à la maison, en toute autonomie. C'est la raison pour laquelle nous avons ici directement intégré tous les QR Code dans l'activité.

Énoncé niveau débutant :

1. L'équation modélisant la réaction de l'acide carbonique avec l'eau est écrite dans le tableau d'avancement ci-dessous. Compléter ce tableau. L'avancement final de la réaction est noté x_f (en mol).

Réaction chimique	$\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$	+	$\text{H}_2\text{O}(\ell)$	\rightleftharpoons	$\text{HCO}_3^-(\text{aq})$	+	$\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
État initial	0,880		Solvant		0		≈ 0
État final : Équilibre chimique			Solvant				

2. À l'équilibre chimique, en déduire la relation entre l'avancement x_f et la constante d'acidité K_A du couple $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) / \text{HCO}_3^-(\text{aq})$.

3. Montrer que cette relation peut se mettre sous la forme de l'équation du second degré suivante :

$$x_f^2 + 3,98 \times 10^{-7} x_f - 3,50 \times 10^{-7} = 0$$

4. Montrer que la résolution numérique de cette équation du second degré conduit à deux solutions :

$$x_{f1} = 5,91 \times 10^{-4} \text{ mol} \text{ et } x_{f2} = -5,92 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

5. En déduire la quantité de matière en ions oxonium H_3O^+ à l'équilibre, puis calculer la valeur du pH de la solution.

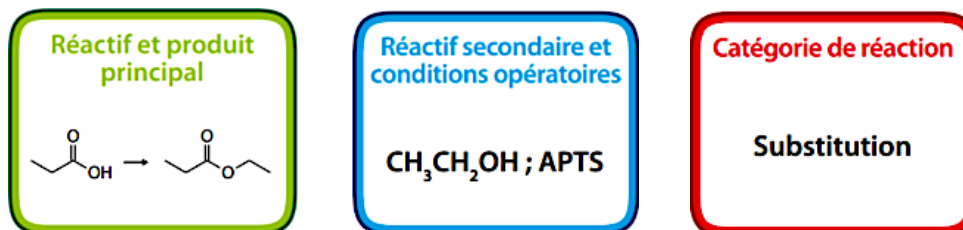
3. Des indices vidéoprojetés à instants réguliers

Le dernier exemple proposé est celui de l'activité G. Chaque groupe d'élèves dispose d'un jeu de 68 cartes qu'il doit associer en triplètes. Le principe de base est tiré d'une activité du manuel Hachette de terminale spécialité qui a nécessité un travail d'adaptation et de correction.

On va vous distribuer un jeu de 68 cartes. Votre objectif sera de les associer en triplètes :

- Une carte verte pour le réactif et produit principal.
- Une carte bleue pour le réactif secondaire et conditions opératoires.
- Une carte rouge pour la catégorie de réaction.

Exemple :



L'exercice est exigeant et doit être réalisé en temps limité. Il est à classer parmi les tâches complexes car l'élève doit mettre en œuvre plusieurs compétences afin de parvenir à sa résolution : organisation, discussion avec ses pairs, extraction d'informations, mobilisation de connaissances...

Afin d'aider les élèves dans cette tâche, un diaporama (voir diaporama - Activité G) est projeté au tableau sur lequel apparaissent automatiquement des indices toutes les 5 minutes avec un signal sonore.

Exemple d'indice :

Quand on passe d'un alcool à une cétone, un aldéhyde ou un acide carboxylique, c'est une oxydation !

Quand on passe d'un acide carboxylique, d'un aldéhyde ou d'un ester à un alcool, c'est une réduction !

Cette dernière méthode pour apporter de l'aide est directement inspirée des *escape game*. Les groupes d'élèves se mettant naturellement en compétition dans ce genre d'activité, il semblerait inéquitable de n'apporter de l'aide qu'à certains. Ici l'aide est distillée de manière régulière et automatique tout au long de l'activité et bénéficie finalement à tout le monde.

Conclusion :

Le recours à des « résolution de problèmes » est très stimulant pour les élèves qui apprécient qu'on ne les guide pas trop. Pour les élèves plus désorientés par l'exercice, les aides permettent de les maintenir motivés dans la recherche de la solution. En variant les types de résolution de problème, nous avons réussi à maintenir la curiosité des élèves notamment grâce à la dimension ludique de l'exercice. C'est aussi une réponse à l'hétérogénéité de la classe.