

# Concevoir des exercices de Chimie auto-évalués, à données aléatoires et à feedbacks personnalisés

Utilisation de **STACK**  (plugin  **moodle**).



Claire COLONNA (Enseignante agrégée de Chimie, PCSI - CPGE, lycée Lakanal)

Marie JARDAT (Professeure des Universités, UFR Chimie, Sorbonne-Université)

Vanessa LABET (MdC, UFR Chimie, Sorbonne-Université)

Guillaume MERIGUET (Professeur des Universités, Polytech Sorbonne)





- LCMS (Learning Content Management System) : **équivalent à un ENT avec des fonctionnalités très variées** :
  - Gestion administrative des apprenants (groupes, suivi des apprentissages)
  - Polyvalence des ressources :
    - Ressources passives : *Dépôts de pdf, vidéos, liens url, ...*
    - Ressources interactives : **exercices auto-évalués**, bases de données à enrichir, wiki, forums, travaux évalués par les pairs, ...
  
- **Le plus répandu dans le supérieur**
  - en France et à l'international
  - universités, écoles d'ingénieurs, FTLV dans de nombreuses entreprises...



➤ *System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel*

➤ Plugin Moodle open-source

➤ Développé pour l'enseignement des mathématiques basé sur :

- Maxima  : bibliothèque de calcul formel et numérique
-  : bibliothèque javascript pour des graphes dynamiques

Adapté à l'enseignement des sciences expérimentales

## ➤ Intérêts de Stack:

- Créer des bibliothèques **d'exercices à données aléatoires** ⇒ multiples versions d'un même exercice (ex : plus de 34000 versions d'un examen en ligne de L1 en Chimie des Solutions)  
⇒ possibilité de travailler plusieurs fois une notion avec des exercices à données différentes.
- **Formats de réponses très variés** (QCM, numérique, expressions littérales, graphes dynamiques...)
- Système **d'évaluation et de feedbacks** finement paramétrable

# Contextes d'utilisation en Chimie



## ➤ Sorbonne-Université :

- Nombreuses UE (du L1 au MEEF, en Chimie organique, générale, TP...)
- Différents types d'exercices :
  - Exercices **formatifs** (nombre illimité de tentatives)
  - Exercices **évaluatifs** (devoir d'1h environ, tous les étudiants réalisent l'exercice en même temps, à distance)

## Intérêts de STACK :

*Créer un grand nombre de versions différentes pour :*  
- permettre la répétabilité  
- éviter la collaboration entre étudiants

*Evaluation par expressions littérales*

*Variation des formats de questions, notamment avec la possibilité d'utiliser des molécules*

## ➤ CPGE :

- Exercices d'auto-évaluation du cours : 1 par semaine (essais illimités)
- Questionnaires de préparation aux TP : questions avec calculs littéraux et numériques préalables à la séance

# Focus sur quelques points

---



1

De l'**aléatoire** déclinable en des **formats divers**

2

Une multitude de **format de réponses** accessibles

3

Evaluation et feedback avec **arbres de réponses**



## 2. QCM à propositions aléatoires

Exemple : évaluer la connaissance des définitions de cours et/ou la compréhension de certains concepts



Cocher l'(ou les) affirmation(s) exacte(s) :

- 1 - L'avancement final  $\xi_f$  d'une réaction peut être égal à l'avancement minimal  $\xi_{\min}$ .
- 2 - Plus l'avancement final  $\xi_f$  est proche de l'avancement minimal  $\xi_{\min}$ , plus l'état final est en faveur des produits.
- 3 - L'avancement final  $\xi_f$  d'une réaction est toujours compris dans l'intervalle  $[\xi_{\min}, \xi_{\max}]$ .
- 4 - Au terme d'une réaction, il y a toujours disparition totale du réactif limitant.
- 5 - Il n'y a aucune bonne réponse.

4 propositions tirées au hasard

Pour chaque nouvelle tentative de l'étudiant, faire varier les propositions du QCM



Base de données : tableau

1 ligne = proposition, vraie ou fausse

```
pas_rep : " Il n'y a aucune bonne réponse."

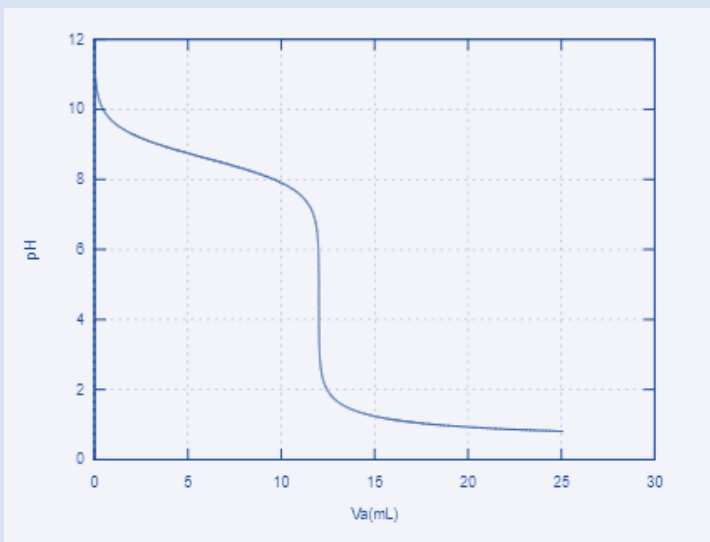
nb_prop : 4 ;
/*auxquelles on rajoute "pas de rep"*/

QCM_data : [[prop_1,false,"Une réaction est toujours totale."]];
QCM_data : cons([prop_2,false,"Au terme d'une réaction, il y a toujours disparition totale du réactif limitant."], QCM_data);
QCM_data : cons([prop_3,true,"Le réactif limitant d'une réaction ne disparaît complètement que si la réaction est totale."], QCM_data);
QCM_data : cons([prop_4,false,"L'avancement final  $\xi_{f}$  d'une réaction est toujours égal à l'avancement maximal  $\xi_{\max}$ ."], QCM_data);
QCM_data : cons([prop_5,true,"L'avancement final  $\xi_{f}$  d'une réaction peut être égal à l'avancement minimal  $\xi_{\min}$ ."], QCM_data);
QCM_data : cons([prop_6,true,"L'avancement final  $\xi_{f}$  d'une réaction est toujours compris dans l'intervalle  $[\xi_{\min}, \xi_{\max}]$ ."], QCM_data);
```



### 3. Graphes construits avec des données aléatoires

Exemple : Evaluer la capacité d'un étudiant à exploiter une courbe de titrage



Courbe tracée « à la volée »  
à partir de données tirées au sort (JSXGraph)

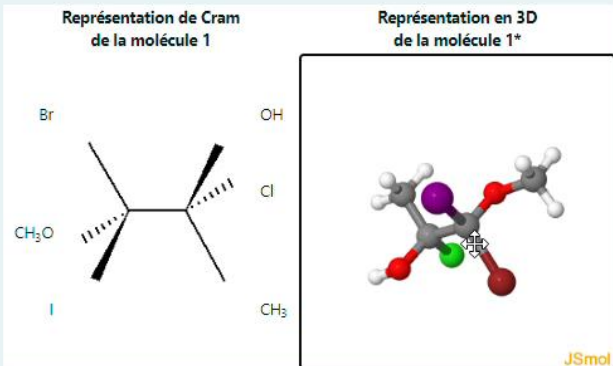
*Tirées au sort*

```
{@plot([parametric, (Cb*Vb*(10^(-pKb))/(10^(-pKb)+10^(-t)))+(10^(-14)/10^(-t)-10^(-t)))/(Ca-(10^(-14)/10^(-t)-10^(-t))),14-t,[t,0.5*(pKb-log(Cb)/log(10)),14+log(Ca)/log(10)-0.3]],[nticks,100],[xlabel,"Va(mL)],[ylabel,"pH"],[ytics,2],[grid2d],[size,500,500])@}
```

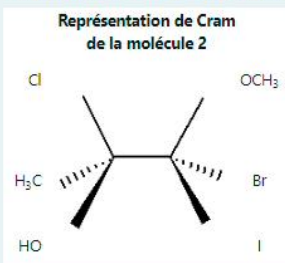


## 4. Molécules avec substituants aléatoires (rep. 2D ou 3D)

Exemple : Identifier des relations de stéréoisomérie



\*Vous pouvez faire bouger la molécule de l'animation 3D avec votre souris pour la voir sous différents angles.



Quelle est la relation d'isomérie entre les molécules 1 et 2 ci-dessus ?

- identiques
- conformères
- énantiomères
- diastéréoisomères
- isomères de constitution
- Je ne sais pas.



### Base de données : tableau

1 ligne = 1 substituant, formule html gauche ou droite, code smiles

```
donnees : cons([1,"H","H","H"], donnees_sansH);
donnees : cons([19,"OCH<sub>3</sub>","CH<sub>3</sub>O","OC"], donnees);
donnees : cons([12,"CHO","OHC","C=O"], donnees);
```

### Génération de la molécule à partir des substituants tirés au sort

```
molecule_smiles :
sconcat(subst_donne[4][4],[C&commat;](",subst_donne[6][4],")(",subst_donne[5][4],")["C
&commat;](",subst_donne[1][4],")(",subst_donne[3][4],")",subst_donne[2][4]);
```

### Affichage de la molécule générée

```
<script type="text/javascript"
src="https://chemapps.stolaf.edu/jmol/jmol.php?model={@molecule_smiles@}&inline&width=300&height=300;"></script>
```



# Focus sur quelques points

---

1

De l'aléatoire déclinable en des formats divers

2

Une multitude de format de réponses accessibles

3

Evaluation et feedback avec arbres de réponses



## Divers formats de réponses

- Valeurs numériques
- QCM / QCU
- Chaines de caractères
- Expressions littérales
- Réponses sur graphiques



## Expressions littérales



### 2. Quotient de réaction de la RP :

- Quelle est l'expression du quotient de réaction à l'équilibre  $Q_{r,eq}$  en fonction de  $C$  et du taux de dissociation à l'équilibre  $\alpha_{eq}$  que l'on notera **a\_eq** (on notera les multiplications avec le symbole "\*" et la concentration standard  $C^\circ$  en écrivant "C\_0" - cette notation n'est pas la plus heureuse car il ne faut en principe pas confondre  $C^\circ$  et  $C_0$ , mais les limites de saisie par clavier nous l'imposent ici) :

$Q_{r,eq} =$



### Contraintes de syntaxe

- Syntaxe « informatique » : « \* » et non « x »
- noms des paramètres à **imposer**


Interprétation préalable de la chaîne de caractères  
⇒ permet à l'étudiant de **corriger** ses erreurs de syntaxe  
**AVANT** envoi de la réponse



$Q_{r,eq} =$

Votre dernière réponse a été interprétée comme suit :

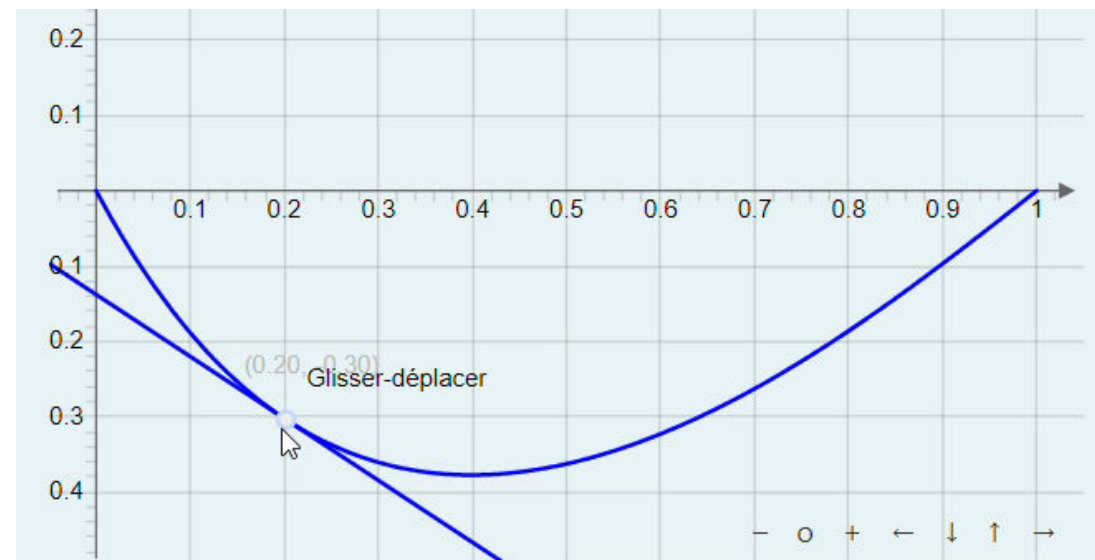
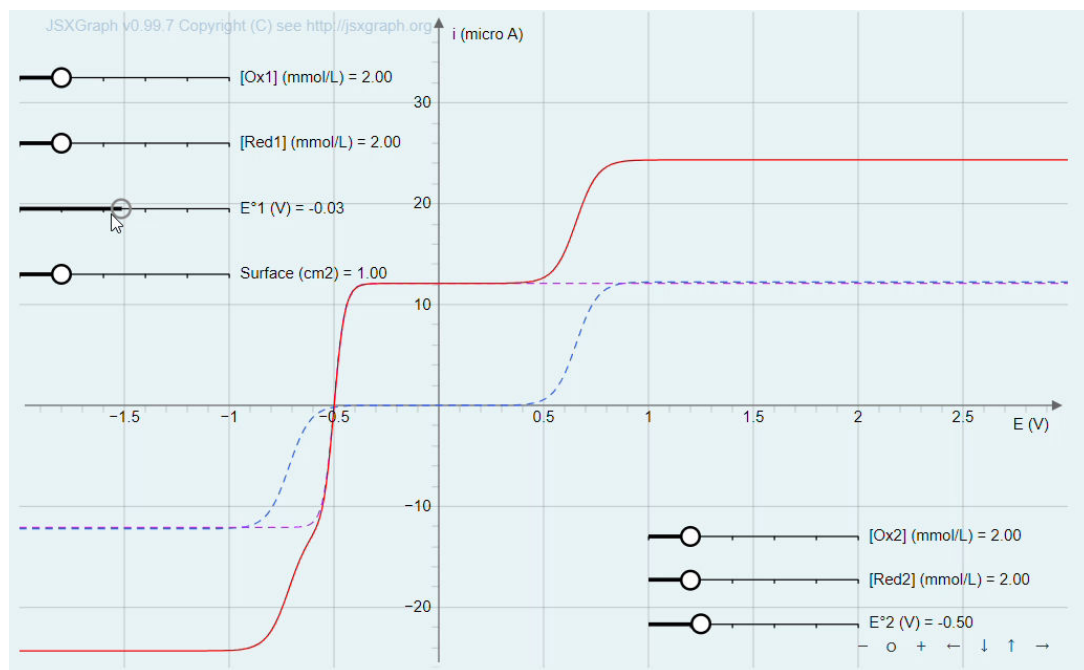
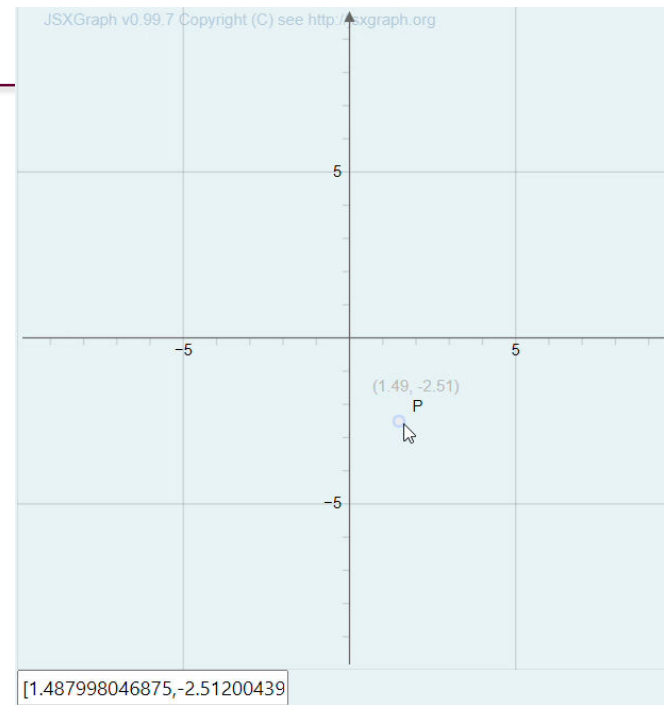
Les variables trouvées dans votre réponses étaient :  $[C, C_0, a_{eq}]$


$$\frac{C \cdot a_{eq}^2}{C_0 \cdot (1 - a_{eq})}$$



## Réponses avec et sur graphiques (avec JSXGraph)

- Tracé de droites sur un graphique
- Tracé de tangentes sur une courbe
- Ajout de points sur un graphe
- Détermination de valeurs à l'aide d'un graphe « animé » avec des curseurs de variation de paramètres...



# Focus sur quelques points

---

1

De l'aléatoire déclinable en des formats divers

2

Une multitude de format de réponses accessibles  $\Rightarrow$  conception de "problèmes"

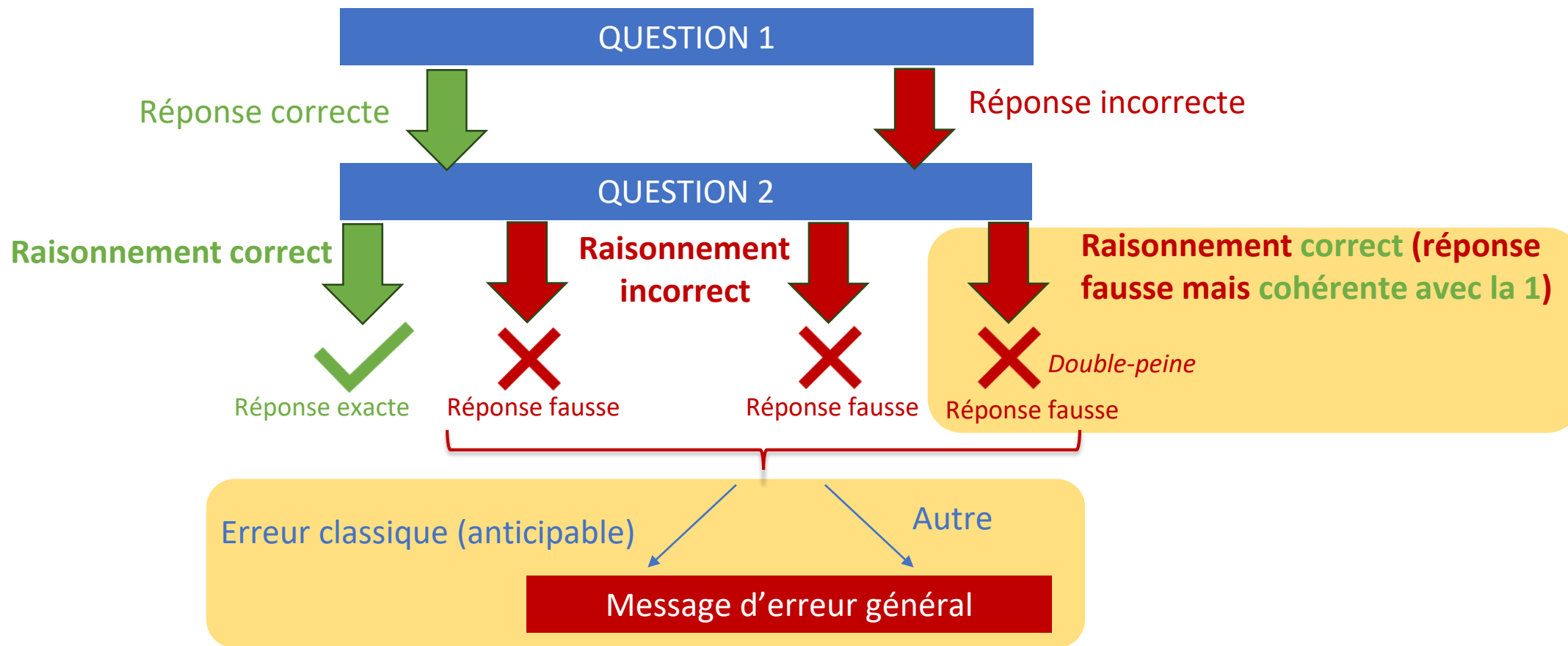
3

Evaluation et feedback avec arbres de réponses



### 3 Evaluation et feedback avec arbres de réponses

#### ➤ Limites pédagogiques des exercices en ligne :

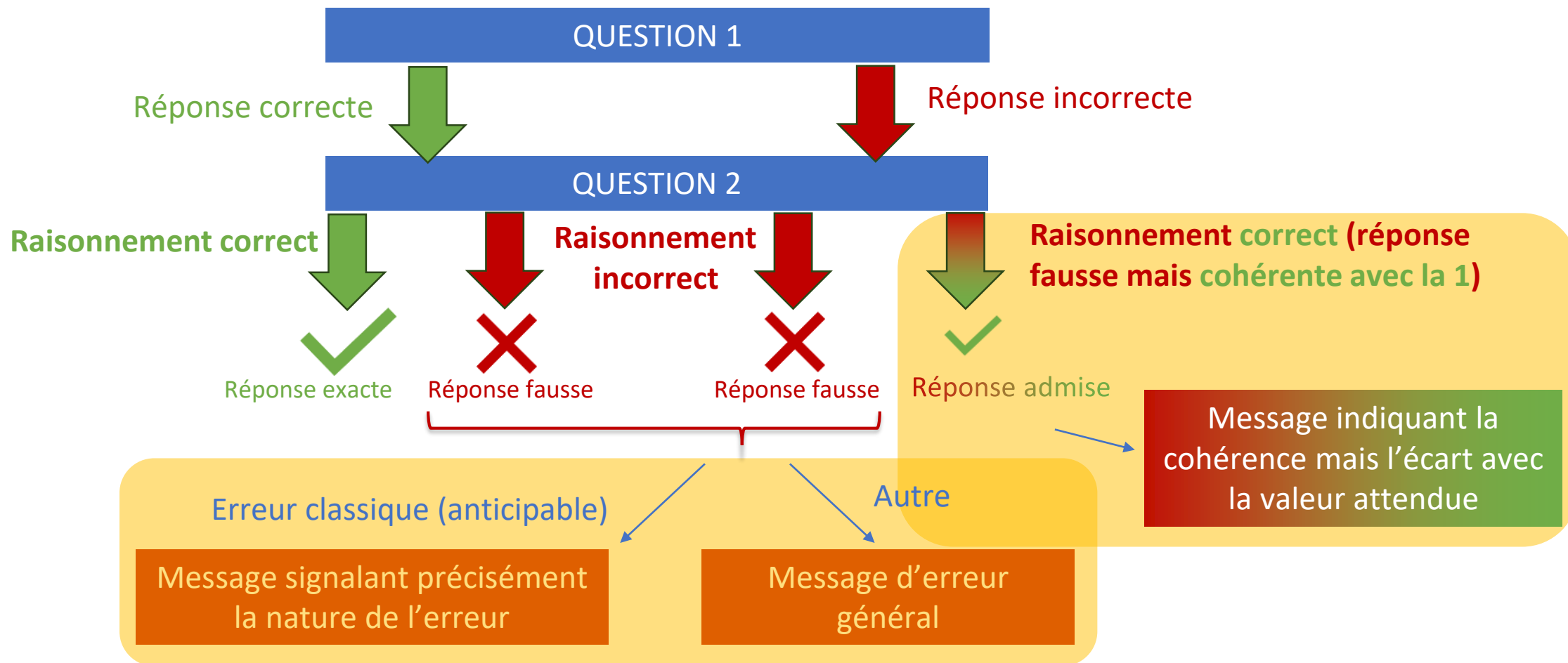


- Une réponse fausse en amont dans un exercice « à tiroirs » peut avoir des répercussions sur les questions suivantes.  
⇒ « Double-peine »
- Feedback commun à toutes les réponses : n'alerte pas l'étudiant sur une **erreur « classique »**



### 3 Evaluation et feedback avec arbres de réponses

#### ➤ Avec STACK :



- Adapter la réponse attendue à l'erreur précédente ⇒ évaluer la cohérence d'un raisonnement ⇒ **Evaluation optimisée**
- Pour les erreurs les plus communes (prévisibles par expérience de l'enseignant) : renvoyer un **feedback ciblé**



### 3 Evaluation et feedback avec arbres de réponses

Ex : Calcul d'une température de flamme (dépendance avec la question précédente sur le calcul du  $\Delta_r H^\circ$ )

Bonne réponse

Réponse correcte, bravo !

👍 Bravo ! Votre première température de flamme est correcte !

Si la valeur donnée est négative (!!)

AN faussée par l'erreur faite sur le calcul du  $\Delta_r H^\circ$  (question précédente)

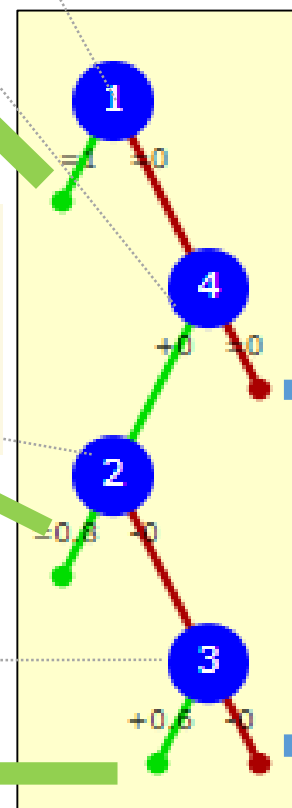
Réponse partiellement correcte.

🤔 Votre première température de flamme n'est pas correcte.  
👉 Votre calcul littéral est correct, mais la valeur de  $T_f$  obtenue est faussée à cause de l'erreur sur l'enthalpie de réaction.

AN faussée par erreur sur l'unité de  $\Delta_r H^\circ$  (question précédente)

Réponse partiellement correcte.

🤔 Votre première température de flamme n'est pas correcte.  
⚠️ Votre calcul littéral est correct mais vous avez fait une erreur d'unité pour l'enthalpie de réaction.



Réponse incorrecte.

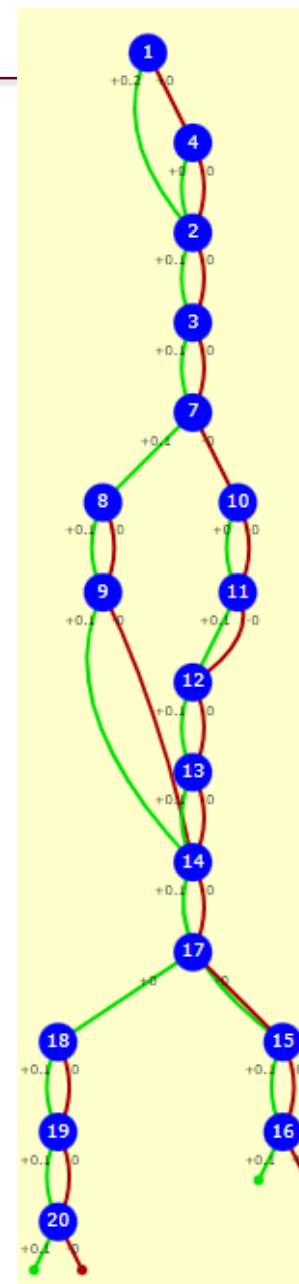
🤔 Votre première température de flamme n'est pas correcte.  
⚠️ ⚠️ Une température en kelvin négative ?? C'est impossible de descendre en dessous du "0 absolu" 0 K.

Réponse incorrecte.

🤔 Votre première température de flamme n'est pas correcte.



# Arbre de réponse paramétrable "à l'infini"





# Questions « multiples » + arbre de réponses ⇒ Conception de problèmes



On s'intéresse à la réaction en phase gazeuse :



	ICl	ClF	BrF	BrI
$\Delta_f H^\circ$ (kJ mol <sup>-1</sup> )	17.8	-273.3	62.4	0
$S^\circ$ (J K <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup> )	247.6	173.8	260.7	202.8

On prendra  $R = 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

## Grandeurs de réaction

1. Calculer l'enthalpie standard de la réaction :

$$\Delta_r H^\circ = \text{Pas répondu} \downarrow$$

2. Calculer l'entropie standard de la réaction :

$$\Delta_r S^\circ = \text{Pas répondu} \downarrow$$

3. En déduire la valeur de la constante d'équilibre à  $T_1 = 1000^\circ\text{C}$  :

$$K^\circ(1000^\circ\text{C}) = \text{Pas répondu} \downarrow$$

4. Que peut-on dire de la réaction ?

- endothermique
- exothermique
- Je ne sais pas.

5. Sans calcul, prédire si le  $K^\circ(1400^\circ\text{C})$  sera plus grand ou plus petit que  $K^\circ(1000^\circ\text{C})$  :

- $K^\circ(1000 \text{ K}) < K^\circ(1400 \text{ K})$
- $K^\circ(1000 \text{ K}) > K^\circ(1400 \text{ K})$
- Je ne sais pas.

## État d'équilibre

On introduit du BrF sous une pression partielle de 0.9 bar, dans une enceinte de volume constant, contenant initialement 5.0 mol de ICl, 0.7 mol de BrI et 1.1 mol de ClF. La pression totale initiale est égale à 3.2 bar et la température reste constante et égale à  $T_1 = 1000^\circ\text{C}$ .

1. Compléter le tableau d'avancement. On écrira l'avancement  $\xi_{\text{eq}}$  par la notation  $k_{\text{eq}}$ .

(mol)	BrF <sub>(g)</sub>	+	ICl <sub>(g)</sub>	=	BrI <sub>(g)</sub>	+	ClF <sub>(g)</sub>
t initial	<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>
t final	<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>

2. Donner l'intervalle de variation de l'avancement  $\xi$  :

$$\text{Pas répondu} \downarrow \leq \xi \leq \text{Pas répondu} \downarrow$$

3. Calculer le quotient de réaction à l'état initial :

$$Q_{r,\text{ini}} = \text{Pas répondu} \downarrow$$

4. Cocher les affirmations exactes ci-dessous :

- le nombre de moles de ICl augmente.
- le nombre de moles de ICl diminue.
- le nombre de moles de ClF augmente.
- le nombre de moles de BrF augmente.
- Il n'y a aucune bonne réponse.

5. Cocher les affirmations exactes ci-dessous :

- $Q_r$  ne dépend pas des quantités de matière de chaque gaz.
- $Q_r$  ne dépend pas du nombre total de moles de gaz.
- $Q_r$  dépend du nombre total de moles de gaz.
- $Q_r$  dépend de la pression totale.
- Il n'y a aucune bonne réponse.

6. Comment peut-on augmenter le rendement de cette réaction ?

- en rajoutant du BrI
- en rajoutant du BrF
- en augmentant la pression totale
- en rajoutant un gaz inerte
- Il n'y a aucune bonne réponse.

**Format :**  
Similaire à un « problème »

- Correction :**
- Sans double peine
  - Feedbacks adaptés à l'erreur



## Avantages de STACK

- Diversité des **formats de réponses** dont les **expressions littérales**, **réponses sur graphique**
- Génération d'une grande bibliothèque d'exercices grâce à **l'aléatoire**
- Des **arbres de réponses** finement paramétrables qui permettent :
  - De tenir compte de la **cohérence d'un raisonnement**
  - De renvoyer des **feedbacks adaptés** (notamment face aux erreurs classiques anticipées par l'enseignant)
  - Qui peuvent être modifiés (... corrigées ? ;-)) *a posteriori*
- Possibilité de créer des « **problèmes** » avec **dépendance entre questions**



---

Merci de votre attention !



# 1. Valeurs numériques

Exemple : Utilisation d'une formule



1. Un photon d'énergie **46.9 eV** est associé à un rayonnement de longueur d'onde  
(écrire les résultats avec 3 chiffres significatifs)

- $\lambda =$   m
- $\lambda =$   nm

$$\lambda_{\text{rayonnement}} = \frac{hc}{\epsilon_{\text{photon}}}$$

à calculer

donnée

Donnée = valeur tirée au sort (paramètre aléatoire)



```
E : (rand(10000)+1)/100;  
E : significantfigures(float(E),3);
```

1. Un photon d'énergie {@E@} eV est associé à un rayonnement de longueur d'onde : (écrire les résultats avec 3 chiffres significatifs)

- $\lambda =$  [[input:ans1]] m [[validation:ans1]] [[feedback:p1]]
- $\lambda =$  [[input:ans2]] nm [[validation:ans2]] [[feedback:p2]]

E : entier tiré au sort entre 0 et 9 999  
Subit ensuite des éventuelles transformations



# 1. Valeurs numériques

Variante(s) déployées (99)

Preparing question variants  
100%

Variante	Annotation de question
411936315	0.94 eV 1.32e + 3 nm
593049723	1.31 eV 9.49e + 2 nm
291427950	1.58 eV 7.87e + 2 nm
488943989	1.90e + 1 eV 65.4 nm
1794640131	11.1 eV 1.12e + 2 nm
1101947356	12.7 eV 97.9 nm
773895948	13.1 eV 94.9 nm



Possibilité de :

- générer un très grand nombre de variantes
- Vérifier lesquelles sont déployées



## 2. Série de données

Exemple : Déduire des propriétés atomiques à partir de la position de l'élément chimique dans le tableau périodique



On s'intéresse à l'élément S.

D'après sa position dans la classification périodique, son ion le plus commun est l'ion S<sup>2-</sup>

Elément chimique tiré au sort



Base de données : tableau

1 ligne = 1 élément chimique

```
donnees : [[11,"Na","Sodium","s",3,1,22.98976928,1,"1s2 2s2 2p6 3s1","alcalins",[rien],"+","le"]];  
donnees : cons([12,"Mg","Magnésium","s",3,2,24.3050,2,"1s2 2s2 2p6 3s2","alcalino-terreux",  
[rien],"2+","le"], donnees) ;
```

```
donnees : cons([16,"S","Soufre","p",3,16,32.065,6,"1s2 2s2 2p6 3s2 3p4","rien",[rien],"2-","le"], donnees) ;  
donnees : cons([17,"Cl","Chlore","p",3,17,35.453,7,"1s2 2s2 2p6 3s2 3p5","halogènes",[rien],"-","le"],  
donnees) ;
```

```
donnees : cons([19,"K","Potassium","s",4,1,39.0983,1,"1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s1","alcalins",[rien],"+","le"],  
donnees) ;
```

```
donnees : cons([20,"Ca","Calcium","s",4,2,40.078,2,"1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s2","alcalino-terreux",  
[rien],"2+","le"], donnees) ;
```

diverses informations sur l'élément chimique  
(nom, symbole, position, propriétés ...)



➤ Lien vers Reviz'Sup Janson (avec du STACK)

<https://moodle-sciences-22.sorbonne-universite.fr/course/view.php?id=195&sectionid=26932>

➤ Lien vers Cours PCSI Lakanal :

<https://antony.elea.ac-versailles.fr/course/view.php?id=2696&notifieditingon=1>





### 3. QCM à propositions aléatoires

```
pas_rep : " Il n'y a aucune bonne réponse."
```

```
nb_prop : 4 ;  
/*auxquelles on rajoute "pas de rep"*/
```

```
QCM_data : [[prop_1,false,"Une réaction est toujours totale."];  
QCM_data : cons([prop_2,false,"Au terme d'une réaction, il y a toujours disparition totale  
du réactif limitant."], QCM_data);  
QCM_data : cons([prop_3,true,"Le réactif limitant d'une réaction ne disparaît  
complètement que si la réaction est totale."], QCM_data);  
QCM_data : cons([prop_4,false,"L'avancement final  $\xi_{f}$  d'une réaction est  
toujours égal à l'avancement maximal  $\xi_{max}$ ."], QCM_data);  
QCM_data : cons([prop_5,true,"L'avancement final  $\xi_{f}$  d'une réaction peut  
être égal à l'avancement minimal  $\xi_{min}$ ."], QCM_data);  
QCM_data : cons([prop_6,true,"L'avancement final  $\xi_{f}$  d'une réaction est  
toujours compris dans l'intervalle  $[\xi_{min}, \xi_{max}]$ ."], QCM_data);  
QCM_data : cons([prop_7,true,"Plus l'avancement final  $\xi_{f}$  est proche de  
l'avancement maximal  $\xi_{max}$ , plus l'état final est en faveur des produits."],  
QCM_data);  
QCM_data : cons([prop_8,false,"Plus l'avancement final  $\xi_{f}$  est proche de  
l'avancement maximal  $\xi_{max}$ , plus l'état final est en faveur des réactifs."],  
QCM_data);  
QCM_data : cons([prop_9,true,"Plus l'avancement final  $\xi_{f}$  est proche de  
l'avancement minimal  $\xi_{min}$ , plus l'état final est en faveur des réactifs."],  
QCM_data);  
QCM_data : cons([prop_10,false,"Plus l'avancement final  $\xi_{f}$  est proche de  
l'avancement minimal  $\xi_{min}$ , plus l'état final est en faveur des produits."],  
QCM_data);
```

On veut en choisir 4

**Tableau de données** avec  
24 propositions et l'indication de  
si elles sont vraies ou fausses

```
QCM_data : random_permutation(QCM_data) ;  
QCM_list : makelist(QCM_data[i],i,1,nb_prop) ;
```

- **Permutation aléatoire** des lignes du tableau de données
- **Sélection** des 4 premières lignes



## 2. Série de données



```
choix : rand(length(donnes))+1;
```

```
element1 : donnes[choix];
```

```
ZX : element1[1];
```

```
elementX : element1[2];
```

```
nomX : element1[3];
```

```
bloc : element1[4];
```

```
nX : element1[5];
```

```
colonneX : element1[6];
```

```
M_nat : element1[7];
```

```
nb_val : element1[8];
```

```
configX : element1[9];
```

```
famille : element1[10];
```

```
Q : element1[12];
```

Tirage au sort un entier « choix » compris entre 1 et le nombre de ligne du tableau de données.

Sélection de l'élément chimique correspondant à la ligne « choix » du tableau de données.

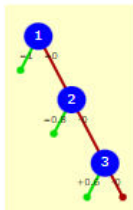
Informations nécessaires pour

- rédiger la question : ex : le symbole de l'élément sélectionné
- évaluer la réponse de l'étudiant : charge Q

On s'intéresse à l'élément {@elementX@}.

D'après sa position dans la classification périodique, son ion le plus commun est l'ion {@elementX@}

```
Tf1_etu : decimalplaces(float((T1 - ans1*10^3)/(nbC*Cp_CO2 + (nbC+1)*Cp_eau),0));
Tf1_etu2 : decimalplaces(float(T1 - ans1/(nbC*Cp_CO2 + (nbC+1)*Cp_eau),0));
```

Cet arbre de réponse potentiel sera actif quand l'étudiant aura répondu : **ans1, ans3**

**Nœud 1**

Test de réponse NumAbsolute SAns ans3 TAns Tf1 Test options 5 Silencieux Non

Noeud 1 si vrai Mod = Score 1 Pénalité Suivant [stop] Annotation de réponse prt3-1-T

Feedback vrai pour le noeud 1

Bravo ! Votre première température de flamme est correcte !

Noeud 1 si faux Mod = Score 0 Pénalité Suivant Nœud 2 Annotation de réponse prt3-1-F

Feedback faux pour le noeud 1

Supprimer le noeud 1

**Nœud 2**

Test de réponse NumAbsolute SAns ans3 TAns Tf1\_etu Test options 5 Silencieux Non

Noeud 2 si vrai Mod = Score 0.8 Pénalité Suivant [stop] Annotation de réponse prt3-2-T

Feedback vrai pour le noeud 2

Votre calcul littéral est correct, mais l'enthalpie de réaction est fausse.

Noeud 2 si faux Mod - Score 0 Pénalité Suivant Nœud 3 Annotation de réponse prt3-2-F

Feedback faux pour le noeud 2

Supprimer le noeud 2

**Nœud 3**

Test de réponse NumRelative SAns ans3 TAns Tf1\_etu2 Test options 0.005 Silencieux Non

Noeud 3 si vrai Mod + Score 0.6 Pénalité Suivant [stop] Annotation de réponse prt3-3-T

Feedback vrai pour le noeud 3

Votre calcul littéral est correct mais vous avez fait une erreur d'unité pour l'enthalpie de réaction : il faut la mettre en  $J \text{ mol}^{-1}$  (facteur  $10^3$  !)...

Noeud 3 si faux Mod - Score 0 Pénalité Suivant [stop] Annotation de réponse prt3-3-F

Feedback faux pour le noeud 3

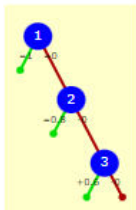
Votre première température de flamme n'est pas correcte :

Supprimer le noeud 3

Feedback adapté, expliquant spécifiquement l'erreur commise (ici : oubli de conversion)

Tf1\_etu : decimalplaces(float((T1 - ans1\*10^3)/(nC\*Cp\_CO2+(nC+1)\*Cp\_eau)),0);  
 Tf1\_etu2 : decimalplaces(float((T1 - ans1)/(nC\*Cp\_CO2+(nC+1)\*Cp\_eau)),0);

Cet arbre de réponse potentiel sera actif quand l'étudiant aura répondu : ans1, ans3



Récupération de la réponse de l'étudiant à la question précédente dont dépend le résultat évalué ici

=> utilisation dans la formule correcte (obtention de rep\_etu)

**Noeud 1** Test de réponse NumAbsolute SAns ans3 TAns Tf1 Test options 5 Silencieux Non

Noeud 1 si vrai Mod = Score 1 Pénalité Suivant [stop] Annotation de réponse prt3-1-T

Feedback vrai pour le noeud 1

Bravo ! Votre première température de flamme est correcte !

Noeud 1 si faux Mod = Score 0 Pénalité Suivant Noeud 2 Annotation de réponse prt3-1-F

Feedback faux pour le noeud 1

Supprimer le noeud 1

**Noeud 2** Test de réponse NumAbsolute SAns ans3 TAns Tf1\_etu Test options 5 Silencieux Non

Noeud 2 si vrai Mod = Score 0.8 Pénalité Suivant [stop] Annotation de réponse prt3-2-T

Feedback vrai pour le noeud 2

Votre calcul littéral est correct, mais l'enthalpie de réaction est fausse.

Noeud 2 si faux Mod - Score 0 Pénalité Suivant Noeud 3 Annotation de réponse prt3-2-F

Feedback faux pour le noeud 2

Supprimer le noeud 2

**Noeud 3** Test de réponse NumRelative SAns ans3 TAns Tf1\_etu2 Test options 0.005 Silencieux Non

Noeud 3 si vrai Mod + Score 0.6 Pénalité Suivant [stop] Annotation de réponse prt3-3-T

Feedback vrai pour le noeud 3

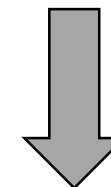
Votre calcul littéral est correct mais vous avez fait une erreur d'unité pour l'enthalpie de réaction : il faut la mettre en J mol<sup>-1</sup> (facteur 10<sup>3</sup> !)...

Noeud 3 si faux Mod - Score 0 Pénalité Suivant [stop] Annotation de réponse prt3-3-F

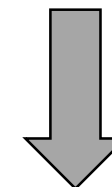
Feedback faux pour le noeud 3

Votre première température de flamme n'est pas correcte :

Supprimer le noeud 3



Comparaison de la réponse de l'étudiant à "rep\_etu"



Feedback adapté, faisant le lien entre le résultat obtenu et l'erreur à la question précédente



## Avantage n°1

### ➤ Limite pédagogique des exercices en ligne :

- Feedback peu détaillé (réponse juste ou fausse) ou corrigé commun, non spécifique aux différents cas issus des tirages au sort,
- Feedback commun à toutes les réponses : n'alerte pas l'étudiant sur une erreur « classique »

### ➤ Avec STACK :

- Correction détaillée avec les valeurs tirées au sort dans l'exercice et réponses qui en découlent)
- Pour les erreurs les plus communes (prévisibles par expérience de l'enseignant) : renvoyer un feedback personnalisé



## Avantage n°2

### ➤ Limite pédagogique des exercices en ligne :

Une réponse fautive en amont dans un exercice « à tiroirs » peut avoir des répercussions sur les questions suivantes.  
⇒ « Double-peine »

### ➤ Avec STACK :

- Adapter la réponse attendue à l'erreur précédente pour évaluer la cohérence d'un raisonnement
- Éviter la double-peine sur la note (validation fine des compétences)

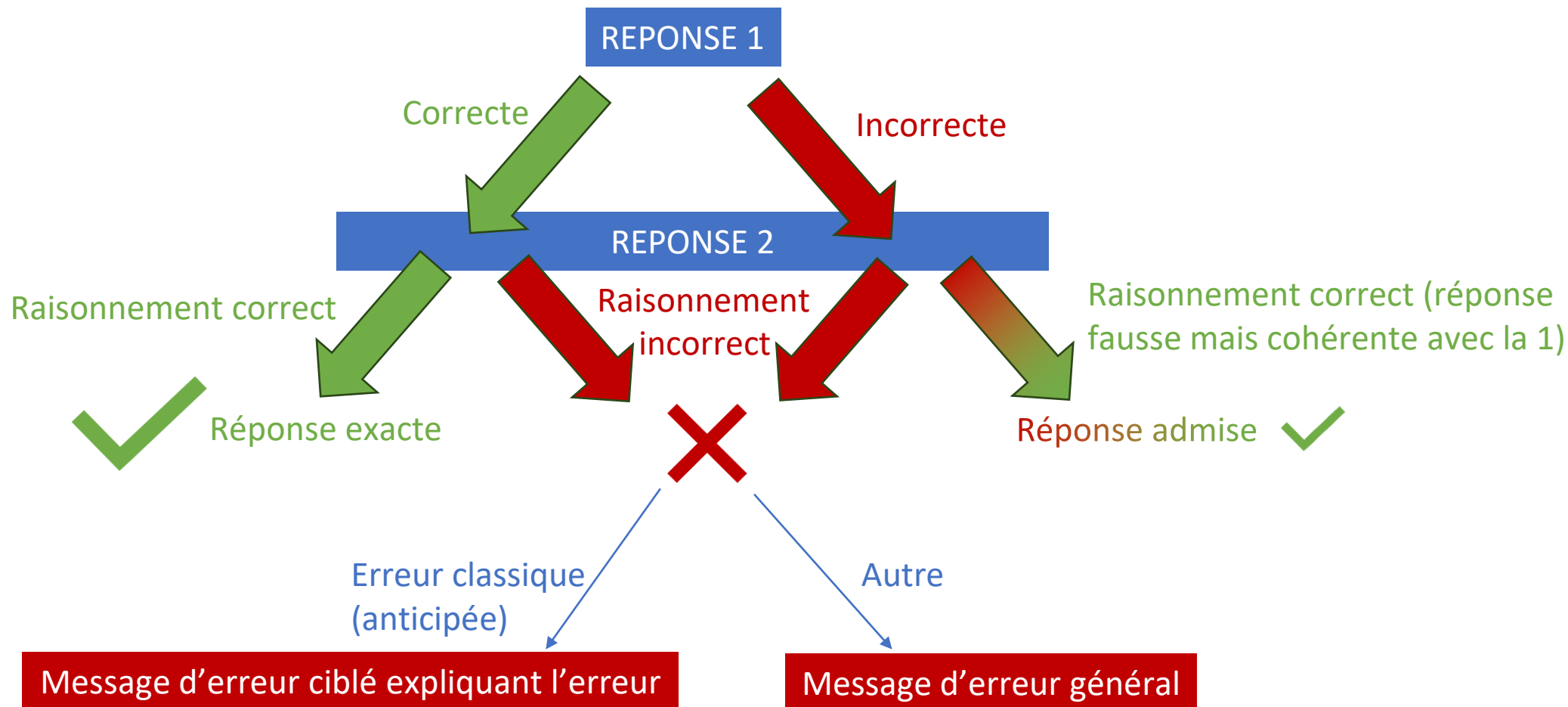
⇒ Evaluation optimisée



### 3 Evaluation et feedback avec arbres de réponses

En particulier : distinction possible entre :

- «réponse exacte» (celle attendue par défaut)
- et «réponse admise» (celle tenant compte d'un certain nombre de paramètres)





# QCM à propositions aléatoires



## En pratique :

- utilisation d'un **fichier excel** avec toutes les propositions
- Dernière colonne : syntaxe Stack

A	B	C	D	E	F	G	prop_	
1	Nom de la liste	QCM_data	*		feedback	catégorie	prop_	
2	QCM_data : [{"	QCM_data : [{"	1	Sur un profil réactionnel ( $\forall (E_p = f(CR))$ ), un intermédiaire réactionnel est positionné en un minimum local d'énergie.	true	L'affirmation est exacte.	Profil	QCM_data : [{"prop_1,true,"Sur un profil réactionnel ( $\forall (E_p = f(CR))$ ), un intermédiaire réactionnel est positionné en un minimum local d'énergie.
3	QCM_data : cons([	QCM_data : cons([	2	Sur un profil réactionnel ( $\forall (E_p = f(CR))$ ), un intermédiaire réactionnel correspond à un maximum d'énergie.	false	Sur un profil réactionnel ( $\forall (E_p = f(CR))$ ), un intermédiaire réactionnel correspond à un minimum local d'énergie.	Profil	QCM_data : cons([prop_2,false,"Sur un profil réactionnel ( $\forall (E_p = f(CR))$ ), un intermédiaire réactionnel correspond à un maximum d'énergie."
4	QCM_data : cons([	QCM_data : cons([	3	Sur un profil réactionnel ( $\forall (E_p = f(CR))$ ), un état de transition correspond à un minimum local d'énergie.	false	Sur un profil réactionnel ( $\forall (E_p = f(CR))$ ), un état de transition correspond à un maximum local d'énergie.	Profil	QCM_data : cons([prop_3,false,"Sur un profil réactionnel ( $\forall (E_p = f(CR))$ ), un état de transition correspond à un minimum local d'énergie."
5	QCM_data : cons([	QCM_data : cons([	4	Sur un profil réactionnel ( $\forall (E_p = f(CR))$ ), un état de transition correspond à un maximum local d'énergie.	true	L'affirmation est exacte.	Profil	QCM_data : cons([prop_4,true,"Sur un profil réactionnel ( $\forall (E_p = f(CR))$ ), un état de transition correspond à un maximum local d'énergie."
6	QCM_data : cons([	QCM_data : cons([	5	Lorsque l'énergie d'activation d'une étape élémentaire augmente (les autres paramètres restant inchangés), la constante de vitesse de cette étape diminue.	true	C'est la loi d'Arrhénius : $\ln(k(T)) = A \exp(-\frac{E_a}{RT})$	Profil	QCM_data : cons([prop_5,true,"Lorsque l'énergie d'activation d'une étape élémentaire augmente (les autres paramètres restant inchangés), la constante de vitesse de cette étape diminue."
7	QCM_data : cons([	QCM_data : cons([	6	Lorsque l'énergie d'activation d'une étape élémentaire augmente (les autres paramètres restant inchangés), la constante de vitesse de cette étape augmente.	false	Lorsque l'énergie d'activation d'une étape élémentaire augmente (les autres paramètres restant inchangés), la constante de vitesse de cette étape diminue. C'est la loi d'Arrhénius : $\ln(k(T)) = A \exp(-\frac{E_a}{RT})$	Profil	QCM_data : cons([prop_6,false,"Lorsque l'énergie d'activation d'une étape élémentaire augmente (les autres paramètres restant inchangés), la constante de vitesse de cette étape augmente."
8	QCM_data : cons([	QCM_data : cons([	7	Une réaction dans le sens direct passe par les mêmes intermédiaires et états de transition que la réaction inverse.	true	L'affirmation est exacte.	Profil	QCM_data : cons([prop_7,true,"Une réaction dans le sens direct passe par les mêmes intermédiaires et états de transition que la réaction inverse."
9	QCM_data : cons([	QCM_data : cons([	8	D'après le postulat de Hammond, lorsqu'une étape élémentaire est exothermique, le complexe activé a une structure proche des celles des réactifs.	true	L'état de transition d'un acte élémentaire exothermique est dit "précoce" (l'état des produits correspond à une énergie potentielle plus basse que l'état des réactifs) : le complexe activé est donc plus proche en énergie des réactifs, donc leur interconversion entraîne un changement de structure limité.	Hammond	QCM_data : cons([prop_8,true,"D'après le postulat de Hammond, lorsqu'une étape élémentaire est exothermique, le complexe activé a une structure proche des celles des réactifs."
10	QCM_data : cons([	QCM_data : cons([	9	D'après le postulat de Hammond, lorsqu'une étape élémentaire est exothermique, le complexe activé a une structure proche des celles des produits.	false	L'état de transition d'un acte élémentaire exothermique est dit "précoce" (l'état des produits correspond à une énergie potentielle plus basse que l'état des réactifs) : le complexe activé est donc plus proche en énergie des réactifs, donc leur interconversion entraîne un changement de structure limité.	Hammond	QCM_data : cons([prop_9,false,"D'après le postulat de Hammond, lorsqu'une étape élémentaire est exothermique, le complexe activé a une structure proche des celles des produits."
11	QCM_data : cons([	QCM_data : cons([	10	D'après le postulat de Hammond, lorsqu'une étape élémentaire est endothermique, le complexe activé a une structure proche des celles des réactifs.	false	L'état de transition d'un acte élémentaire endothermique est dit "tardif" (l'état des produits correspond à une énergie potentielle plus élevée que l'état des réactifs) : le complexe activé est donc plus proche en énergie des produits, donc leur interconversion entraîne un changement de structure limité.	Hammond	QCM_data : cons([prop_10,false,"D'après le postulat de Hammond, lorsqu'une étape élémentaire est endothermique, le complexe activé a une structure proche des celles des réactifs."
12	QCM_data : cons([	QCM_data : cons([	11	D'après le postulat de Hammond, lorsqu'une étape élémentaire est endothermique, le complexe activé a une structure proche des celles des produits.	true	L'état de transition d'un acte élémentaire endothermique est dit "tardif" (l'état des produits correspond à une énergie potentielle plus élevée que l'état des réactifs) : le complexe activé est donc plus proche en énergie des produits, donc leur interconversion entraîne un changement de structure limité.	Hammond	QCM_data : cons([prop_11,true,"D'après le postulat de Hammond, lorsqu'une étape élémentaire est endothermique, le complexe activé a une structure proche des celles des produits."
13	QCM_data : cons([	QCM_data : cons([	12	Pour la majorité des réactions, la sélectivité augmente avec la température.	false	Pour la majorité des réactions, la sélectivité diminue quand la température augmente.	sélectivité	QCM_data : cons([prop_12,false,"Pour la majorité des réactions, la sélectivité augmente avec la température."
14	QCM_data : cons([	QCM_data : cons([	13	Pour la majorité des réactions, la sélectivité diminue quand la température augmente.	true	L'affirmation est exacte.	sélectivité	QCM_data : cons([prop_13,true,"Pour la majorité des réactions, la sélectivité diminue quand la température augmente."
15	QCM_data : cons([	QCM_data : cons([	14	Un nucléophile est une espèce chimique dont la réactivité est gouvernée par la HO.	true	L'affirmation est exacte.	OF	QCM_data : cons([prop_14,true,"Un nucléophile est une espèce chimique dont la réactivité est gouvernée par la HO."
15	QCM_data : cons([	QCM_data : cons([	15	Un nucléophile est une espèce chimique dont la réactivité est gouvernée par la BV.	false	Un nucléophile est une espèce chimique dont la réactivité est gouvernée par la BV.	OF	QCM_data : cons([prop_15,false,"Un nucléophile est une espèce chimique dont la réactivité est gouvernée par la BV."



# Difficultés rencontrées (et solutions proposées)



Problème	Raisons	Solutions proposées
<b>technique</b>	Nombreux paramètres à définir : risque d'erreurs (par exemple dans l'arbre de réponse)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tests préalables de l'exercice</li><li>• Droit à l'erreur du concepteur car possibilité de corriger a posteriori (puis re-calculs des notes)</li></ul>
	Exercices gourmands en ressource : ⇒ serveur très - trop - sollicité	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diluer dans le temps les connexions des étudiants (ouverture du test sur un intervalle de temps étendu)</li><li>• Fractionner les problèmes en sous-exercices : possibilité de conserver d'un exo à l'autre les variables tirées au sort (mais empêche l'évaluation "sans double-peine")</li><li>• Utiliser un cours Moodle dédié aux gros tests Stack (base de données "vierge")</li></ul>
<b>lié au tirage au sort</b>	Situations parfois incohérentes pédagogiquement (ou exceptions qui sortent du cas de l'arbre de réponse...)	Dépistage en amont par l'ouverture du test : <ul style="list-style-type: none"><li>• aux enseignants</li><li>• aux étudiants en phase formative avant la phase évaluative</li><li>• Forum dédié aux tests</li></ul>
<b>lié au comportement des étudiants</b>	pas assez de variantes : enchaînement des exercices pour faire défiler les versions et avoir la solution pour la phase évaluative	<ul style="list-style-type: none"><li>• Déployer de nombreuses variantes</li><li>• Limiter le nombre d'essais</li></ul>

# Exemples d'exercices / problèmes STACK

## CALCUL DE LA TEMPÉRATURE DE FLAMME D'UNE RÉACTION DE COMBUSTION D'UN ALCANE

(UE de L2 - Thermochimie – Resp : Marie Jardat)

- **Données aléatoires :**
  - Nature de l'alcane (et donc grandeurs thermodynamiques)
  - Composition initiale du système en conditions non stœchiométriques :  $n_{\text{alcane}}, n_{\text{O}_2}, n_{\text{CO}_2}$
  - Température initiale, volume de l'enceinte, pression en air dans l'enceinte
- **Sujet d'examen (mini-problème) :**
  - QCM et calculs numériques

## LECTURE DE COURBES INTENSITÉ-POTENTIEL

(UE de L3 - Electrochimie – Resp : Emmanuel Maisonhaute)

- **Données aléatoires :**
  - Valeurs des concentrations en solution : courants limite de diffusion
  - Potentiels d'équilibre
  - Attribution des courbes aux 2 couples
  - Profils de concentration aux électrodes
- ⇒ GRAPHES TRACÉS AVEC CES DONNÉES ALÉATOIRES (pas de fichiers images à créer au préalable)
- **Exercice formatif puis sommatif :**
  - QCM et calculs numériques

