

Transformations,  
approche  
thermodynamique

# Évolution et équilibre

Chapitre 2

## ***IV - Application : prévision de l'évolution d'un système vers un état final***

---

### **IV.1 Étude de cas**

Dans les exemples traités dans ce paragraphe, on supposera toujours que se déroule une transformation :

- modélisée par une **unique réaction chimique**, d'équation générale  $0 = \sum_i \nu_i A_i$
- **isotherme** (ce qui implique que  $K^\circ$  est une constante)
- dans un système **fermé**.

*Remarque : d'autres situations seront vues en exercices ou travaux dirigés*

**Schéma général de résolution pour déterminer un état final :**

Cas n°1 : vaporisation ou sublimation d'un corps pur condensé dans une enceinte thermostatée par abaissement de pression

- décrire la situation ;
- écrire l'équation de la réaction de changement d'état ;
- montrer que lors du changement d'état, la pression est nécessairement constante (palier de pression) ;
- définir la pression de vapeur (ou pression de vapeur saturante) d'un corps pur condensé  $p_{vap}(T)$  ;
- lier la pression de vapeur  $p_{vap}(T)$  à la constante d'équilibre  $K^\circ$  de la réaction de changement d'état.

Cas n°2 : évaporation de l'eau dans l'air (« le problème de la buanderie »)

- décrire la situation ;
- démontrer que si l'air n'est pas saturé en vapeur d'eau, alors l'évaporation doit nécessairement se produire ;
- déterminer l'état final... ce qui nécessite de raisonner par **hypothèse/vérification** pour trouver dans quelle situation on se trouvera (évaporation totale ou équilibre)

**Exercices d'application : 6, 7 et 9**

Cas n°3 et n°4 : situation des exercices 8 et 10

Exercice 8

- exprimer le quotient réactionnel en fonction de l'avancement  $\xi$
- montrer que dans cette situation, l'état final est nécessairement un état d'équilibre

Exercice 10

- exprimer le quotient réactionnel en fonction de l'avancement  $\xi$
- montrer que dans cette situation, l'état final est nécessairement un état d'équilibre
- et si le cuivre était le réactif limitant ?..

**Généralisation**

Cas n°5 : résolution des exercices 8 et 10

- pour l'exercice 8, la résolution algébrique convient... quel est le problème avec l'exercice 10 ?
- proposer une résolution de l'exercice 10 par résolution numérique ; discuter la pertinence des résultats obtenus ;
- proposer une résolution de l'exercice 10 par la méthode hypothèse/vérification ; comparer avec la méthode numérique

**Exercice d'application : vous pouvez maintenant résoudre entièrement l'exercice 10 en autonomie**

Cas n°6 : cas d'une réaction peu avancée, exemple extrait de l'exercice 11

- décrire la situation initiale ;
- déterminer l'état final par résolution algébrique ;
- proposer une méthode de résolution par la méthode hypothèse/vérification ;  
comparer avec une méthode algébrique ou numérique

**Exercices : vous pouvez maintenant chercher en autonomie les exercices 11 et 12**

*Note : L'exercice 12 est un grand classique des exercices de dissolution/précipitation.*

*Il fait appel à plusieurs concepts étudiés dans ce chapitre. Le chercher en relation avec la révision du TP n°1...*

## IV.2 Optimisation d'un procédé chimique

On s'intéresse dans cette partie à la manière **d'optimiser un procédé chimique** :

- quels sont les objectifs ?

- quels sont les choix à notre disposition ?

Première approche, le « déplacement d'équilibre » : un état d'équilibre étant réalisé, on s'intéresse à la modification d'un unique paramètre

Méthode :

**Applications : ex. 8.6), 13.2)4), 15**

Deuxième approche : on exprime la grandeur que l'on souhaite optimiser ( $\xi_f$ , rendement...) en fonction d'un paramètre initial et on résout pour trouver la meilleure valeur de ce paramètre

**Applications : ex. 9.2)3), 13.3)**