

TD 3

Ce TD porte sur le théorème de déficience zéro.

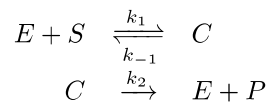
## 1 Exemples simples

**Q 1.** Pour chaque exemple, vérifiez si le théorème de déficience zéro s'applique. Si oui, explicitez les classes de compatibilités, et tracez les lorsqu'il n'y a que deux espèces en jeu.

- $A \xrightarrow{k} \emptyset$
- $A \xrightarrow{k} B$
- $A \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} \emptyset$
- $A \xrightarrow{k_1} B, B \xrightarrow{k_1} C, C \xrightarrow{k_1} A$
- $A \xrightarrow{k_1} B, 2B \xrightarrow{k_2} 2A$
- $A + A \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} B$
- $A + B \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} C$
- $P + P \xrightleftharpoons[k_2^-]{k_2} P_2, P + P_2 \xrightleftharpoons[k_3^-]{k_3} P_3, \dots, P + P_{n-1} \xrightleftharpoons[k_n^-]{k_n} P_n,$

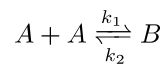
## 2 Vérification expérimentale

On considère la réduction enzymatique.



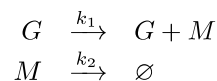
**Q 1.** Le système vérifie-t-il les hypothèses du théorème de déficience zéro ? Est-ce qu'il existe un unique équilibre pour chaque classe de compatibilité ?

On considère la réaction



**Q 2.** Vérifiez expérimentalement le théorème de déficience zéro en traçant plusieurs courbes.

On considère le système de réaction suivant (création d'ARN par un gène, et dégradation d'un ARN).

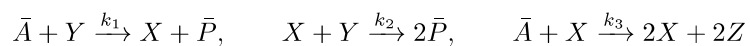


**Q 3.** Le système vérifie-t-il les hypothèses du théorème de déficience zéro ? En écrivant différemment le système de réactions, peut-on se ramener aux hypothèses du théorème de déficience zéro ?

## 3 Systèmes oscillants

### 3.1 L'oregonator

Cet exercice est tiré de <http://www.scholarpedia.org/article/Oregonator>. Ce modèle est une version simplifiée du modèle du système de Belousov et Zhabotinsky, découvert en 1950 en URSS, qui présente des oscillations ([http://en.wikipedia.org/wiki/Belousov-Zhabotinsky\\_reaction](http://en.wikipedia.org/wiki/Belousov-Zhabotinsky_reaction)).



**Q 1.** Les espèces ayant une barre sont des espèces en très grande quantité. Transformer les équations chimiques pour que ces grandeurs restent constantes (en changeant les réactants et les produits).

**Q 2.** Le système ainsi obtenu vérifie-t-il les hypothèses du théorème de déficience zéro ?

**Q 3.** Vérifiez sur des graphiques que le modèle transformé peut présenter des oscillations. Pour cela, vous utiliserez :

- $f = 2, k_1 = 1.28, k_2 = 2.4 \times 10^6, k_3 = 33.6, k_4 = 2400, k_c = 1$
- $A(0) = 0.06, B(0) = 0.02, P(0) = 0.8$
- $X(0) = 4.2 \times 10^{-4}, Y(0) = 8.4 \times 10^{-7}, Z(0) = 0.084672$

Afin d'obtenir des graphes plus convaincants, vous pouvez tracer le log de certaines concentrations pour mieux distinguer les courbes.