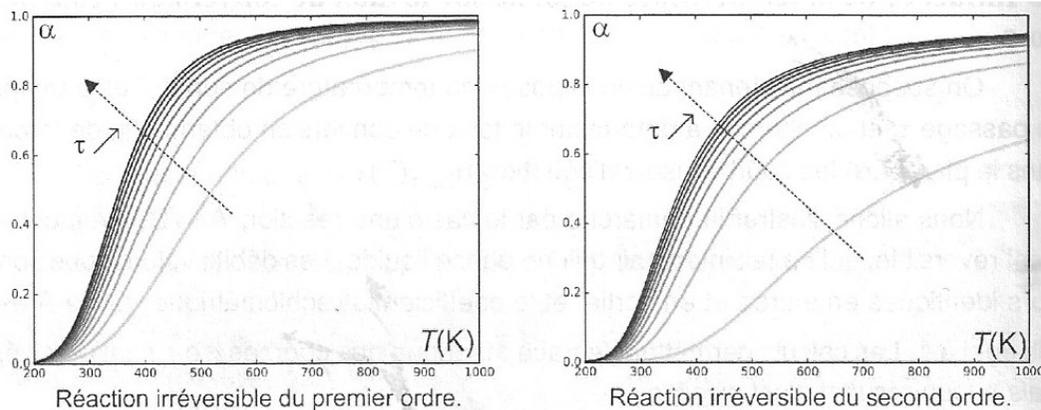


Aspect cinétique : influence de la température sur le taux de conversion -> courbes iso- τ

On envisage ici une réaction chimique unique A = B irréversible puis renversible (réversible), en phase liquide, avec $\nu'_A = 1$ et débits d'entrée et de sortie égaux.

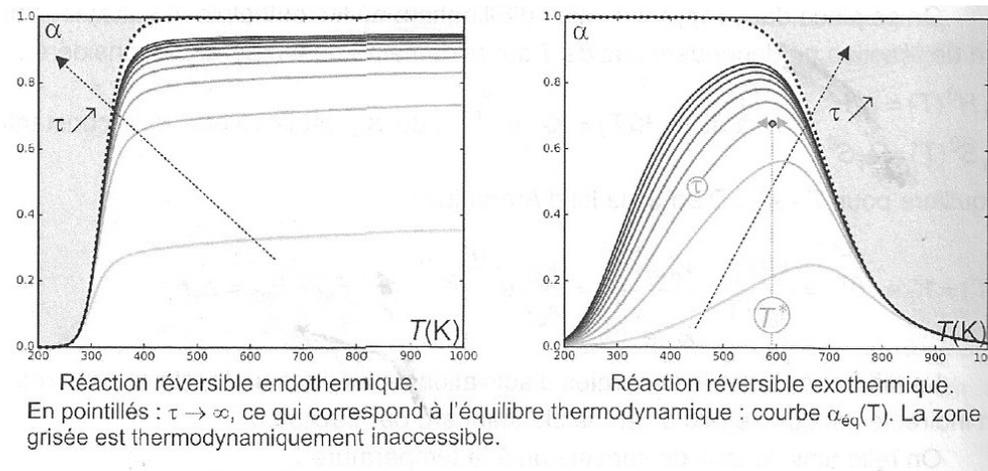
→ Cas des réactions irréversibles d'ordre 1 et d'ordre plus élevé



Courbes iso- τ (T) pour différents temps de passage τ

→ Cas des réactions réversibles d'ordre 1

Il faut distinguer les réactions endothermiques et exothermiques, dans le cas des réactions réversibles !

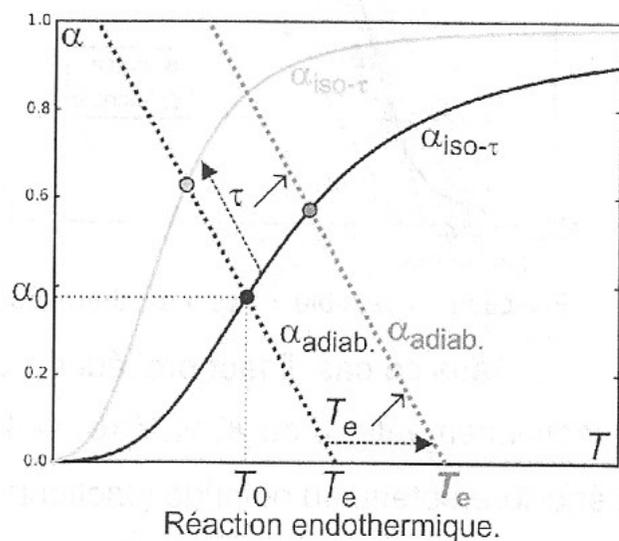


Courbes iso- τ (T) pour différents temps de passage τ

Point de fonctionnement d'un RPA calorifugé

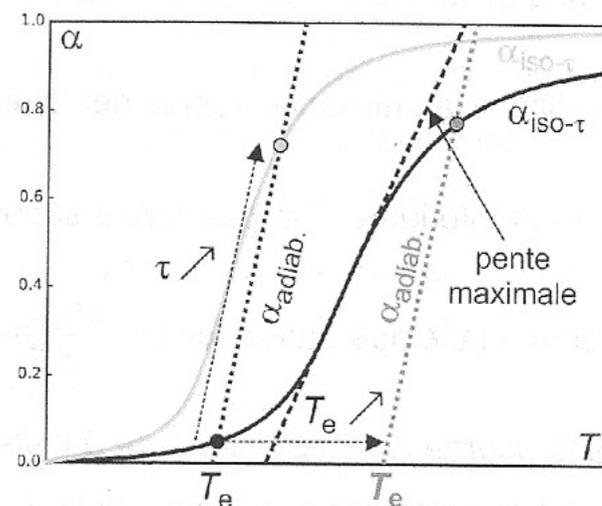
→ Cas des réactions endothermiques

Les conditions d'obtention du point de fonctionnement sont analogues pour les réactions endothermiques qu'elles soient réversibles ou non.

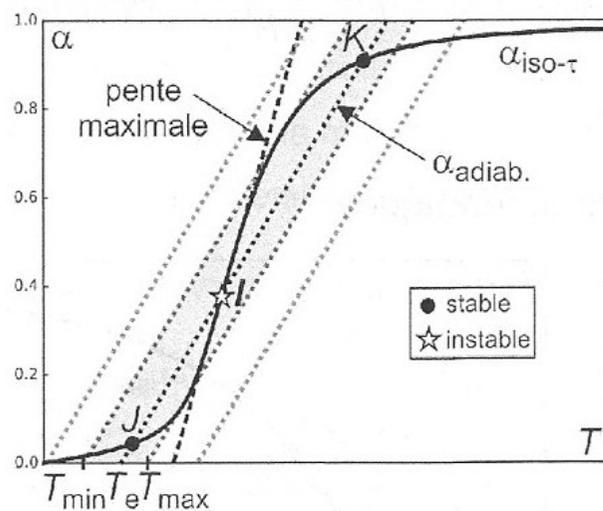


Intérêt : T_e élevé et temps de passage élevé

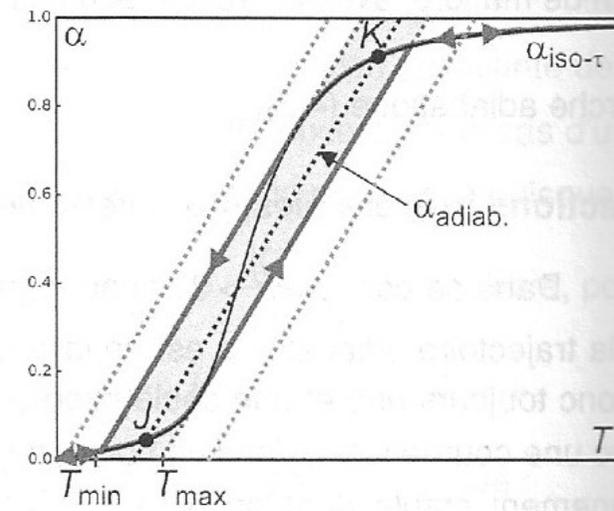
→ Cas des réactions exothermiques irréversibles



Réaction irréversible « peu » exothermique.

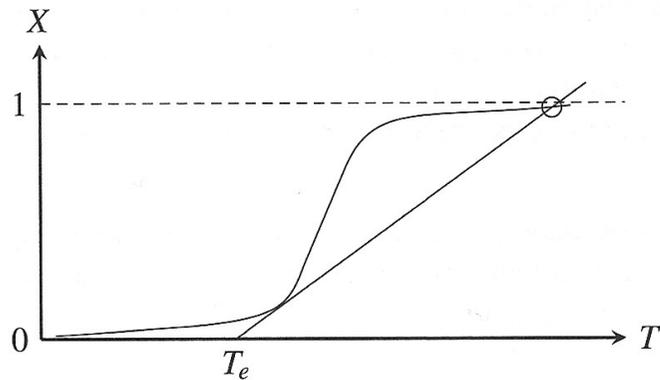
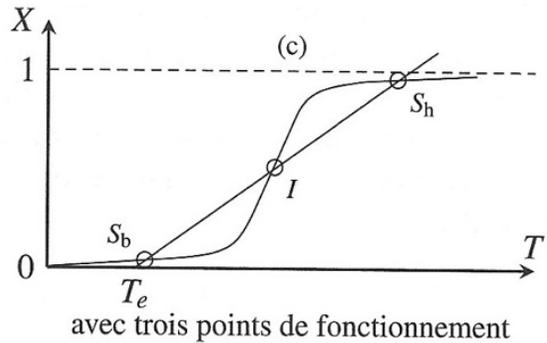


Réaction irréversible « très » exothermique.

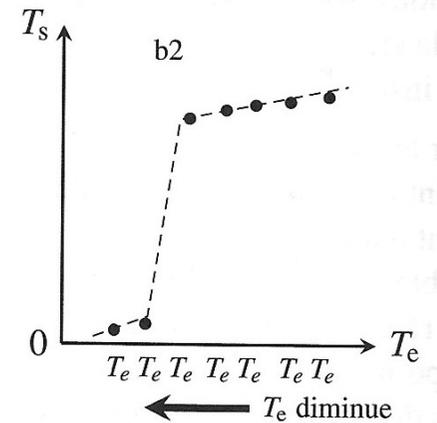
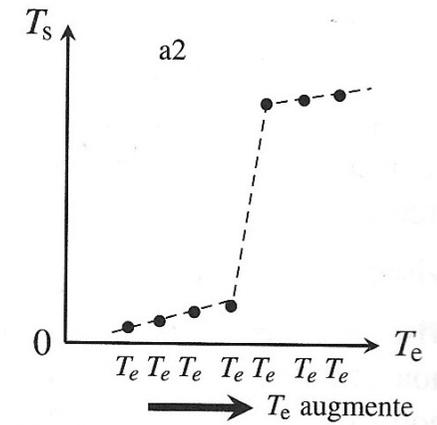
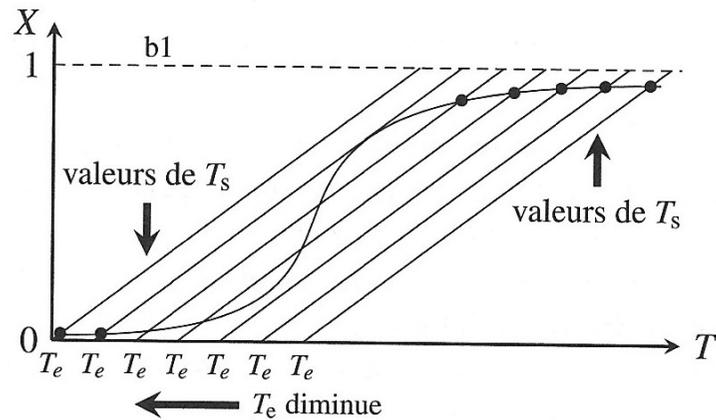
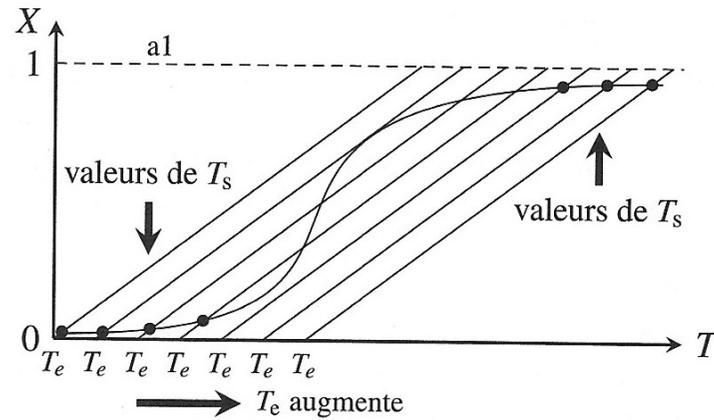


Cycle d'hystérésis.

Focus sur le phénomène d'hystérésis dans le cas des 3 points de fonctionnement



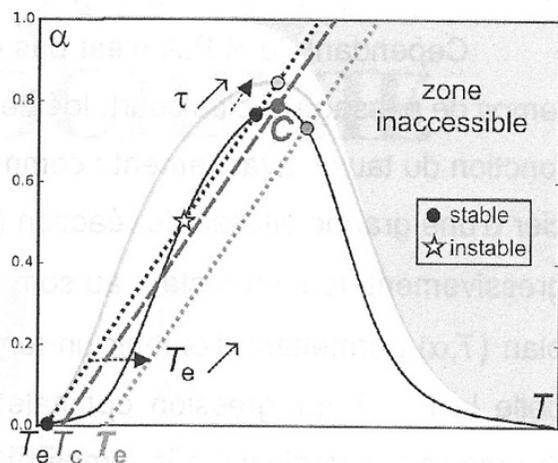
Représentation graphique de la condition d'allumage du réacteur



Phénomène d'hystérésis dans le fonctionnement de RPA adiabatiques

Les courbes a1 et a2 correspondent à un état initial du réacteur à basse température et les points d'intersection correspondant au point de fonctionnement atteint sont entourés sur le graphe a1 et reportés sur le graphe b1 en fonction de la température d'entrée dans le réacteur. Les courbes b1 et b2 correspondent à la situation où la température initiale, avant d'atteindre le régime stationnaire, est choisie plus élevée que les états stationnaires. La courbe b2 est construite de façon comparable à la précédente mais comme les points de fonctionnement stables diffèrent lorsque le système est à trois points d'intersection, la courbe b2 est décalée par rapport à la courbe a2.

→ Cas des réactions réversibles exothermiques d'ordre 1



Réaction réversible exothermique.

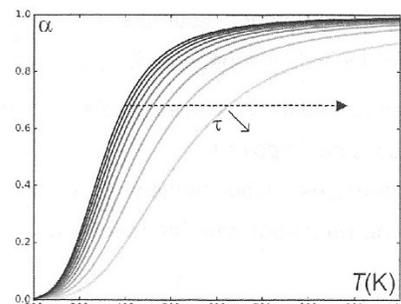
Pour aller plus loin

Progression optimale de température PO

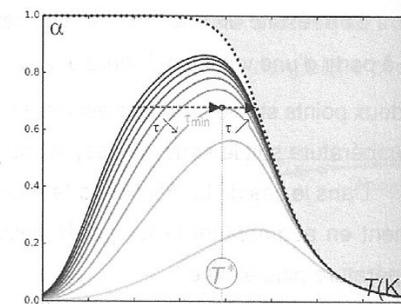
Le taux de conversion maximal étant toujours obtenu pour un temps de passage infini, on doit se contenter d'un taux de conversion plus faible afin que le temps de passage soit compatible avec les contraintes économiques. On se fixe donc une valeur de α , et on cherche à minimiser le temps de passage permettant d'obtenir cette valeur.

— Dans le cas des réactions *irréversibles*, ou des réactions *réversibles et endothermiques*, τ est une fonction décroissante de T à α fixé. On choisit donc d'atteindre la température de sortie maximale autorisée. Dans un R.P.A on impose cette température aux réactifs et au réacteur (trajectoire isotherme).

— Dans le cas des réactions *réversibles et exothermiques*, à α fixé, le temps de passage passe par un minimum ($\tau = \tau_{min}$) lorsque la température augmente. Le point de fonctionnement se situe alors au sommet de la courbe iso- τ correspondant à τ_{min} . La température T^* en ce point est celle qu'on doit donc atteindre en sortie. Dans un R.P.A on impose cette température aux réactifs et au réacteur (trajectoire isotherme).

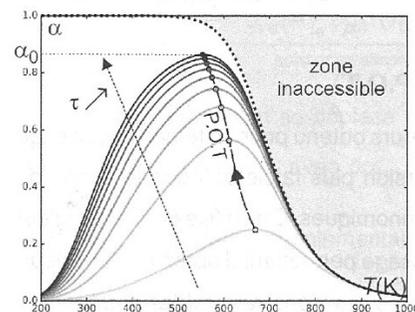


Réaction irréversible, ou réversible et endothermique. À α fixé, τ décroît avec T .

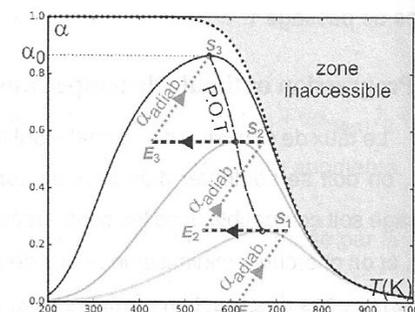


Réaction réversible exothermique. À α fixé, τ passe par un minimum quand T augmente.

Cependant, le R.P.A n'est pas dans ce cas le réacteur permettant d'obtenir le temps de passage le plus court. Idéalement, on devrait faire évoluer la température en fonction du taux d'avancement : commencer par une température élevée pour bénéficier d'une grande vitesse de réaction (temps de passage court), puis la diminuer progressivement, tout en restant au sommet des courbes iso- τ . La courbe suivie dans le plan (T, α) permettant d'obtenir un temps de passage minimal dans le réacteur s'appelle la P.O.T (progression optimale de température). C'était simplement une isotherme (droite verticale) à la température maximale autorisée dans les autres cas.



Réaction réversible exothermique. La P.O.T permet d'obtenir le taux de conversion α_0 avec un temps de passage minimal.



Réaction réversible exothermique. Cascade de 3 R.P.A calorifugés séparés par deux refroidisseurs.

Une façon réaliste de raccourcir le temps de passage, tout en conservant un bon taux de conversion, est de placer en cascade quelques R.P.A calorifugés, séparés par des refroidisseurs qui permettent d'abaisser rapidement la température du milieu réactionnel (α reste constant dans les refroidisseurs). Sur la figure de droite ci-dessus, les points (E_i, S_i) , $i \in [1, 3]$, correspondent à l'état du système en entrée et en sortie des trois R.P.A séparés par deux refroidisseurs.