

Terminale Spécialité Physique-Chimie	Thème : Constitution et transformations de la matière	M.KUNST-MEDICA MAJ 07/2024	 Frères des Écoles Chrétiennes
Chapitre 14 : Modélisation microscopique de l'évolution d'un système		Cours livre p 97 à 100	
Nom : Prénom : Classe :			
Mon livret « plan de travail et parcours d'exercices ». A remettre au professeur le jour du DS avec les feuilles d'exercices Site internet : http://www.lasallesciences.com			

Les « attendus » du chapitre

Bilan	Mon opinion après avoir réalisé les exercices	Avis du professeur après le DS
Cours I- interprétation microscopique de l'influence des facteurs cinétiques		
Interpréter l'influence des concentrations et de la température sur la vitesse d'un acte élémentaire, en termes de fréquence et d'efficacité des chocs entre entités.	 - _____ +	 - _____ +
AM 14.1 : Modéliser une transformation par un mécanisme réactionnel		
A partir d'un mécanisme réactionnel fourni, identifier un intermédiaire réactionnel, un catalyseur et établir l'équation de la réaction qu'il modélise au niveau microscopique.	 - _____ +	 - _____ +
AM 14.2 : Représenter les flèches courbes d'un acte élémentaire		
Représenter les flèches courbes d'un acte élémentaire, en justifiant leur sens.	 - _____ +	 - _____ +

Les bons réflexes pour les exercices

Si l'énoncé demande de...	Il est nécessaire de...
À partir d'un mécanisme réactionnel fourni, identifier un intermédiaire réactionnel, un catalyseur.	Réflexe 1 → Ex. 5 et 7 p. 104 - Repérer les entités qui se situent à la fois du côté des réactifs et des produits. - Identifier les entités qui sont d'abord produites puis totalement consommées : ce sont les intermédiaires réactionnels. - Identifier l'entité qui est d'abord consommée puis totalement régénérée, en général dans le dernier acte élémentaire : c'est le catalyseur.
À partir d'un mécanisme réactionnel fourni, établir l'équation de la réaction qu'il modélise au niveau microscopique.	Réflexe 2 → Ex. 7 p. 104 - Identifier les intermédiaires réactionnels et le catalyseur éventuel (réflexe 1) : ils ne figurent pas dans l'équation de la réaction. - Placer les autres entités : - à gauche de la flèche pour celles qui réagissent ; - à droite de la flèche pour celles produites. - Établir l'équation de la réaction en précisant les états physiques des espèces. - Vérifier la conservation des éléments et de la charge électrique.
Identifier un site donneur ou accepteur de doublet d'électrons	Réflexe 3 → Ex. 9 p. 105 - Rechercher, pour les sites donneurs : - les atomes porteurs de doublet(s) non liant(s) ; - les liaisons polarisées ; - les liaisons multiples. - Rechercher, pour les sites accepteurs, les atomes porteurs d'une charge électrique positive, partielle ou non, et/ou d'une lacune.
Représenter les flèches courbes d'un acte élémentaire, en justifiant leur sens.	Réflexe 4 → Ex. 11 p. 105 - Identifier les liaisons formées et rompues. - Identifier les sites donneur et accepteur de doublet d'électrons (réflexe 3). - Tracer les flèches courbes qui expliquent la formation ou la rupture des liaisons. - Vérifier que chaque flèche a pour origine un doublet d'électrons d'un site donneur de doublet d'électrons et que la pointe est dirigée vers le site accepteur de doublet d'électrons.

Ne pas confondre un intermédiaire réactionnel et un catalyseur

Un **intermédiaire réactionnel** est produit lors d'une des étapes du mécanisme, puis totalement consommé dans une autre alors qu'un **catalyseur** est consommé puis totalement régénéré.

La vidéo du chapitre



<https://www.youtube.com/watch?v=ETVjaxuNwn8>

Vidéo : Bilan de cours sur la modélisation microscopique de l'évolution d'un système (Stella)

Le plan de travail

(Surligner les étapes réalisées)

Après le cours I- interprétation microscopique de l'influence des facteurs cinétiques

Lire et étudier la partie « I » du cours

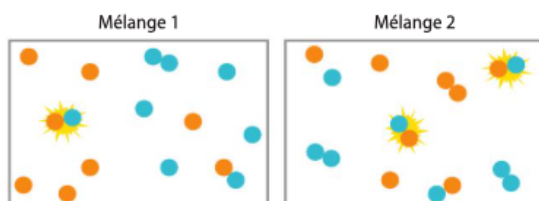
Exercices d'application : Livre Hachette éducation : 3-4 p 104

3 Identifier des mélanges réactionnels

Utiliser un modèle pour prévoir.

On modélise, par des boules colorées, les entités des réactifs dans deux mélanges réactionnels. Les chocs efficaces entre entités qui réagissent sont modélisés par un « flash ».

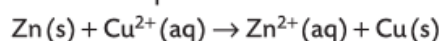
- Lequel des mélanges a la température la plus élevée ? Justifier.



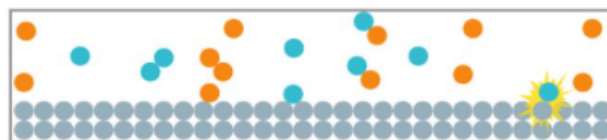
4 Modéliser un mélange réactionnel

Proposer un modèle.

Le zinc Zn(s) réagit avec les ions cuivre (II) $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ selon la réaction d'équation :



On modélise, par des boules colorées respectivement **grises** et **bleues**, les atomes de zinc et les ions cuivre (II) dans un mélange réactionnel. Les molécules d'eau sont modélisées par des boules **orange** et les chocs efficaces entre entités qui réagissent, par un « flash ».



- Modéliser le mélange réactionnel à une température plus élevée.
- Modéliser un mélange réactionnel dans lequel la concentration en ion cuivre (II) est plus élevée que celle du premier modèle.
- Justifier que dans les deux cas, la réaction est plus rapide.

**A faire après AM 14.1 : Modéliser une transformation par un mécanisme réactionnel et
AM 14.2 : Représenter les flèches courbes d'un acte élémentaire**

Lire les corrections de l'AM 14.1 et de l'AM 14.2

Étudier la partie « II » du cours – « Mécanisme réactionnel et modélisation microscopique »

Visionner la vidéo du cours « bilan de cours sur la modélisation microscopique ».

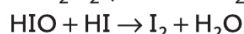
Exercices d'application :

Livre Hachette éducation : 5 à 12 p 104 à 105

5 Écrire une équation de réaction

Utiliser un modèle pour expliquer.

Le mécanisme associé à la réaction entre l'acide iodhydrique et le peroxyde d'hydrogène est le suivant :



1. Identifier l'intermédiaire réactionnel.

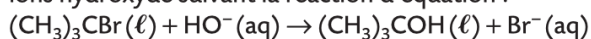
Utiliser le réflexe 1

2. Établir l'équation de la réaction de la synthèse sachant que toutes les espèces sont en solution aqueuse.

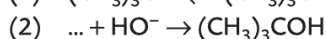
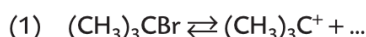
6 Compléter un mécanisme réactionnel

Proposer un modèle.

Le 2-bromo-2-méthylpropane réagit lentement avec les ions hydroxyde suivant la réaction d'équation :



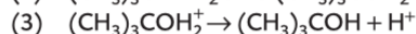
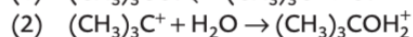
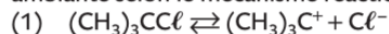
• Recopier et compléter le mécanisme réactionnel associé à cette réaction :



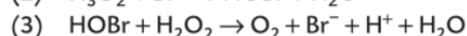
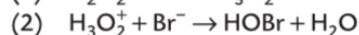
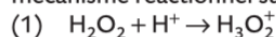
7 Identifier un catalyseur

Utiliser un modèle pour prévoir.

Le chlorure de tertiobutyle s'hydrolyse à température ambiante selon le mécanisme réactionnel suivant :



Le peroxyde d'hydrogène peut se décomposer selon le mécanisme réactionnel suivant :



1. Dans quel mécanisme réactionnel les ions hydrogène H^+ catalysent-ils la réaction ? Justifier.

Utiliser le réflexe 1

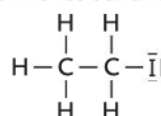
2. Écrire l'équation de chacune des réactions sans préciser l'état physique des espèces.

Utiliser le réflexe 2

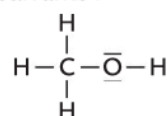
8 Comprendre le mode d'action d'un catalyseur

Utiliser un modèle pour prévoir.

On donne les schémas de Lewis suivants :



> Iodoéthane



> Méthanol

1. Identifier les liaisons polarisées de chacune des molécules.

2. Identifier le(s) site(s) donneur(s) ou accepteur(s) de doublet d'électrons.

Utiliser le réflexe 3

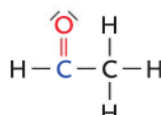
Données

Électronégativités : liaison C-H non polarisée ; $\chi(\text{H}) = 2,2$; $\chi(\text{C}) = 2,6$; $\chi(\text{O}) = 3,4$; $\chi(\text{I}) = 2,7$.

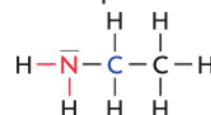
10 Justifier la présence de sites donneurs ou accepteurs

Utiliser un modèle pour expliquer.

Dans chaque schéma de Lewis, un atome donneur de doublet d'électrons est repéré en rouge et un atome accepteur de doublet d'électrons est repéré en bleu :



> Éthanal



> Éthanamine

• Justifier le caractère donneur ou accepteur des sites.

Données

Électronégativités : liaison C-H non polarisée ; $\chi(\text{H}) = 2,2$; $\chi(\text{C}) = 2,6$; $\chi(\text{N}) = 3,0$; $\chi(\text{O}) = 3,4$.

8 Comprendre le mode d'action d'un catalyseur

Proposer un modèle.

La décomposition du peroxyde d'hydrogène $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ est très lente. Cependant, le peroxyde d'hydrogène peut se décomposer très rapidement en eau liquide et en dioxygène gazeux, en présence d'ions fer (III) $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$. Le mécanisme réactionnel, en deux étapes, fait apparaître un intermédiaire réactionnel : l'ion fer (II).

1. Écrire les deux étapes du mécanisme réactionnel sachant que dans la première étape, le peroxyde d'hydrogène réagit avec les ions fer (III).

2. À quelle condition ce mécanisme en deux étapes permet-il de rendre la réaction plus rapide ?

3. Écrire l'équation de la réaction de décomposition du peroxyde d'hydrogène.

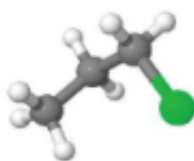
Données

$\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ / $\text{H}_2\text{O}(\ell)$; $\text{O}_2(\text{g})$ / $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$; $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$ / $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$.

11 Modéliser un déplacement de doublet

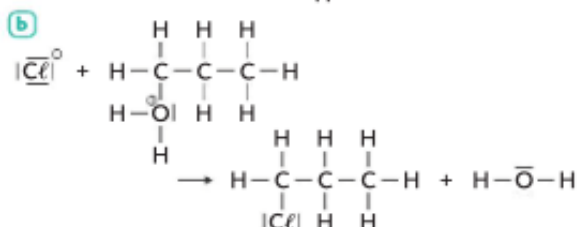
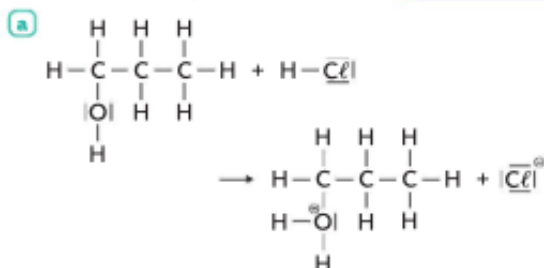
Proposer un modèle.

Le mécanisme de la réaction entre le propan-1-ol et l'acide chlorhydrique conduisant au 1-chloropropane, est donné ci-après.



> Modèle du 1-chloropropane

- Recopier les équations **a** et **b** des étapes de ce mécanisme puis représenter, par des flèches courbes, le mouvement des doublets d'électrons expliquant la formation et la rupture des liaisons. **Utiliser le réflexe 1**

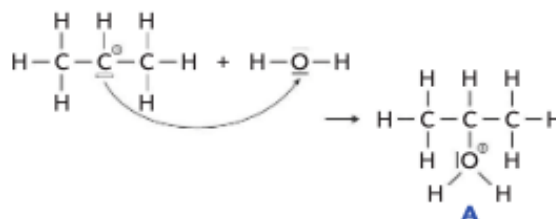


12 Justifier le sens d'une flèche courbe

Proposer un modèle.

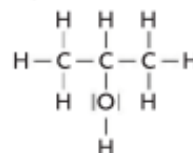
On s'intéresse à l'une des étapes du mécanisme réactionnel de l'hydratation du propène.

- a. Repérer l'erreur commise dans la modélisation ci-dessous. Justifier.



- b. Recopier l'étape en corrigeant.

2. Le propan-2-ol a pour schéma de Lewis :



Modéliser l'acte élémentaire conduisant au propan-2-ol à partir de l'intermédiaire réactionnel **A**.

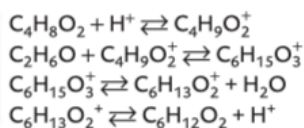
Faire l'exercice résolu sans correction, puis corriger

1 Exercice résolu

Synthèse d'un arôme d'ananas

Utiliser un modèle pour expliquer.

Le butanoate d'éthyle est une espèce de synthèse à la forte odeur d'ananas utilisée dans l'industrie agroalimentaire ou en parfumerie. Le mécanisme réactionnel simplifié de sa synthèse est donnée ci-contre.



- À partir du mécanisme réactionnel, identifier le catalyseur de la réaction et les intermédiaires réactionnels.
- Établir l'équation de la réaction de la synthèse sachant que toutes les espèces sont liquides, et préciser la formule brute du butanoate d'éthyle.

Solution rédigée

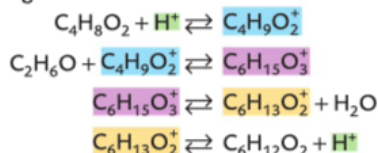
- On utilise le **Réflexe 1**.

Comparaison des actes élémentaires

Identification du catalyseur

Identification des intermédiaires réactionnels

1. Les entités surlignées se situent à la fois du côté des réactifs et des produits :



La seule entité qui est d'abord consommée, puis totalement régénérée ($1 \text{ H}^+ \rightarrow 1 \text{ H}^+$), est l'ion hydrogène H^+ : il s'agit donc du **catalyseur** de la réaction.

Les autres entités sont d'abord produites puis totalement consommées : $\text{C}_4\text{H}_9\text{O}_2^+$, $\text{C}_6\text{H}_{15}\text{O}_3^+$ et $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{O}_2^+$ sont des **intermédiaires réactionnels**.

- On utilise le **Réflexe 2**.

Identification des entités qui ne sont ni intermédiaires réactionnels, ni catalyseur

Établissement de l'équation de la réaction ajustée

2. Les entités qui ne sont ni des intermédiaires, ni le catalyseur, sont celles qui ne sont pas surlignées :

- les entités réactives sont situées à gauche des flèches : $C_4H_8O_2$, C_2H_6O ;
- les entités produites sont situées à droite des flèches : H_2O et $C_6H_{12}O_2$.

L'équation de la réaction s'écrit :



La formule H_2O est celle de l'eau. Le butanoate d'éthyle a donc pour formule brute : $C_6H_{12}O_2$.

2 Exercice résolu

Synthèse d'un additif alimentaire

Utiliser un modèle pour prévoir ; proposer un modèle.

L'éthylcellulose est un additif alimentaire utilisé comme agent d'enrobage des bonbons. Il est obtenu à partir de cellulose et de chloroéthane. Le chloroéthane peut être obtenu par réaction entre le chlorure d'hydrogène HCl et l'éthène C_2H_4 . Le mécanisme réactionnel de cette synthèse est donné ci-contre.

1. Identifier, dans les entités réactives, les sites donneur et accepteur de doublet d'électrons.

2. Représenter, par des flèches courbes, les mouvements des doublets d'électrons.

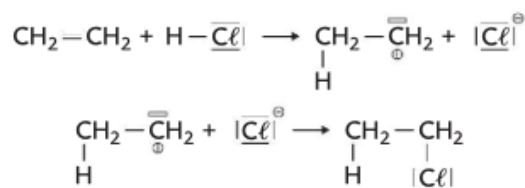
Données

Électronégativités : $\chi(H) = 2,2$; $\chi(C) = 2,6$; $\chi(Cl) = 3,2$.

Solution rédigée

1. Acte élémentaire 1

- L'examen des produits montre que la double liaison $C=C$ de l'éthène interagit avec l'atome d'hydrogène du chlorure d'hydrogène.



- On utilise le **Réflexe 3**.

Recherche du site donneur de doublet d'électrons

- On utilise le **Réflexe 3**.

Recherche du site accepteur de doublet d'électrons

- La **double liaison $C=C$** de l'éthène, site riche en électrons, constitue un **site donneur** de doublet d'électrons.

- $\chi(H) < \chi(Cl)$; donc la liaison $H-Cl$ est polarisée : $H^{+q}-Cl^{-q}$

L'**atome d'hydrogène** constitue donc un **site accepteur** de doublet d'électrons.

Acte élémentaire 2

- L'examen des produits montre qu'une liaison $C-Cl$ s'est formée.

- On utilise le **Réflexe 3**.

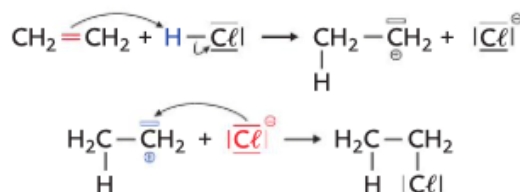
Recherche du site donneur de doublet d'électrons

- On utilise le **Réflexe 4**.

Tracé de la flèche courbe du site donneur vers le site accepteur

- L'**ion chlorure Cl^-** porte une charge négative et des doublets non liants, il s'agit donc du **site donneur de doublet d'électrons**. L'atome de carbone portant la charge positive et une lacune est le **site accepteur** de doublet d'électrons.

2. Le mécanisme réactionnel s'écrit :



Répondre au QCM de fin de chapitre

Pour chaque question, indiquer la (ou les) bonne(s) réponse(s), puis vérifier la correction p. 462.

A

B

C

1 L'interprétation microscopique des réactions



Si erreur, revoir § 1 p. 97

1. Les chocs entre entités réactives :	sont aléatoires.	sont tous efficaces.	peuvent ne pas conduire aux produits de la réaction.
2. Pour que les entités réactives conduisent à un produit, il faut que :	les entités entrent en collision.	les chocs soient suffisamment énergétiques.	les orientations des entités soient favorables.
3. Les chocs efficaces entre entités réactives : 	augmentent avec la température du mélange réactionnel.	augmentent avec les concentrations des réactifs.	diminuent avec les concentrations des réactifs.

2 Les mécanismes réactionnels



Si erreur, revoir § 2 p. 97

4. L'équation d'une réaction chimique modélise :	microscopiquement la transformation.	macroscopiquement la transformation.	un acte élémentaire.
5. Un acte élémentaire :	est un processus décrit au niveau microscopique.	est une étape d'un mécanisme réactionnel.	est décomposable.
6. Un intermédiaire réactionnel :	figure dans l'équation de la réaction.	est présent dans le milieu réactionnel à l'état initial.	figure dans le mécanisme réactionnel.
7. Un catalyseur :	modifie le mécanisme réactionnel.	remplace une étape lente par une succession d'étapes plus rapides.	diminue en général le nombre d'actes élémentaires.
8. La réaction entre les ions iodure I^- (aq) et peroxydisulfate $S_2O_8^{2-}$ (aq) a pour équation : $2 I^- (aq) + S_2O_8^{2-} (aq) \rightarrow I_2 (aq) + 2 SO_4^{2-} (aq)$ Lorsqu'elle est catalysée, elle peut être décomposée en deux étapes : • $4 I^- (aq) + 2 Cu^{2+} (aq) \rightarrow I_2 (aq) + 2 CuI (s)$ • $S_2O_8^{2-} (aq) + 2 CuI (s) \rightarrow 2 Cu^{2+} (aq) + 2 I^- (aq) + 2 SO_4^{2-} (aq)$ On peut affirmer que :	les ions cuivre (II) Cu^{2+} (aq) catalysent la réaction.	l'iodure de cuivre $CuI (s)$ catalyse la réaction.	les ions iodure I^- (aq) catalysent la réaction.

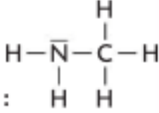
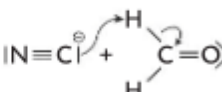
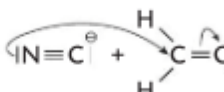
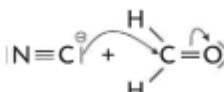
3 La modélisation des interactions entre entités

Si erreur, revoir § 3 p. 99

Données

Électronégativités : $\chi(H) = 2,2$; $\chi(C) = 2,6$; $\chi(N) = 3,0$; $\chi(O) = 3,4$; $\chi(Cl) = 3,2$.



9. Dans la molécule de méthylamine dont le schéma de Lewis est modélisé ci-contre : 	l'atome d'azote est un site donneur de doublet d'électrons.	l'atome de carbone est un site donneur de doublet d'électrons.	l'atome de carbone est un site accepteur de doublet d'électrons.
10. Les flèches courbes tracées dans l'équation d'une étape d'un mécanisme réactionnel :	modélisent le mouvement d'un doublet d'électrons.	sont orientées du doublet d'électrons du site donneur vers le site accepteur de doublet d'électrons.	sont orientées du site accepteur vers le site donneur de doublet d'électrons.
11. L'ion cyanure CN^- réagit en une seule étape avec le méthanal CH_2O pour donner l'espèce $N \equiv C-CH_2-O^-$. Cette étape peut être modélisée par :			

Faire les exercices suivants de fin de chapitre

20
CORRIGÉ

20
min

Synthèse d'un explosif

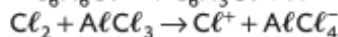
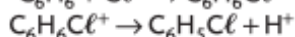
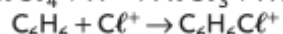
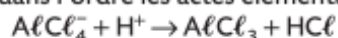
Proposer un modèle.

Le chlorobenzène C_6H_5Cl (ℓ) a été synthétisé pour la première fois en 1851. Durant le début du XX^e siècle, il a servi à fabriquer l'acide picrique (ou mélinite), un explosif très puissant.

Sa synthèse peut se faire à partir de benzène C_6H_6 (ℓ) et de dichlore Cl_2 (g) en présence d'un catalyseur. Le mécanisme réactionnel comporte quatre étapes.



1. Remettre dans l'ordre les actes élémentaires :



2. Identifier et nommer le catalyseur. Utiliser le réflexe 1

3. a. Nommer le deuxième produit de la réaction.

b. Écrire l'équation de la réaction sachant que le deuxième produit est gazeux. Utiliser le réflexe 2

4. a. D'abord injecté à $25^\circ C$, le milieu réactionnel est ensuite porté puis maintenu à $55^\circ C$. Quelle est la conséquence de cette augmentation de température ? Justifier.

b. Proposer une modélisation des interactions se produisant à l'échelle microscopique pour justifier la réponse à la question 4.a.

Données

$\theta_{eb}(\text{benzène}) = 80^\circ C$; $\theta_{eb}(\text{chlorobenzène}) = 155^\circ C$.

21
CORRIGÉ

20
min

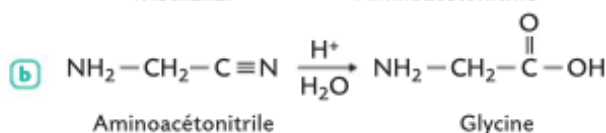
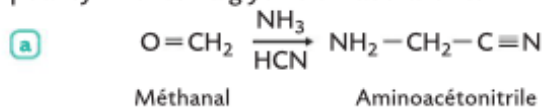
Origine de la vie dans l'espace

Utiliser un modèle pour expliquer.

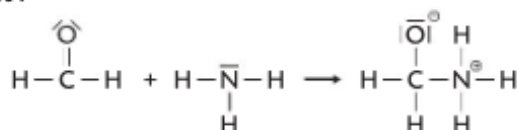


Des molécules qui seraient à l'origine de la vie sur Terre ont été identifiées dans l'environnement d'une comète que la sonde Rosetta a exploré. C'est le cas de la glycine, le plus simple des acides aminés, qui se trouve couramment dans les protéines.

On donne, ci-dessous, la succession des étapes **a** et **b** pour synthétiser la glycine en laboratoire.



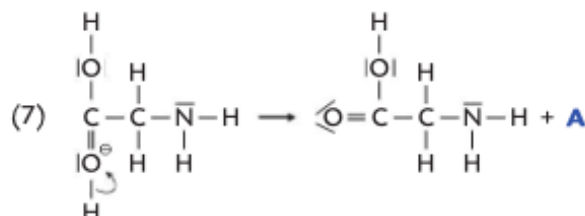
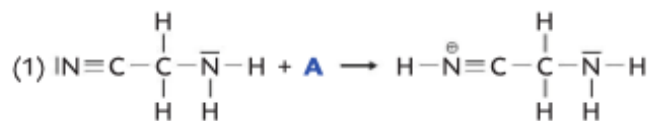
1. Le mécanisme réactionnel de la réaction modélisée en **a** est constitué de six actes élémentaires dont le premier s'écrit :



a. Identifier les sites donneur et accepteur de doublet d'électrons qui interagissent. Utiliser le réflexe 3

b. Représenter les flèches courbes de l'acte élémentaire, en justifiant leur sens. Utiliser le réflexe 4

2. La réaction **b** a un mécanisme réactionnel constitué de sept actes élémentaires dont le premier et le dernier s'écrivent :



a. Justifier que l'espèce **A** est un catalyseur puis écrire sa formule. Utiliser le réflexe 1

b. Justifier le sens de la flèche courbe modélisée à la dernière étape. Utiliser les réflexes 3 et 4

Données

Électronégativités : liaison C-H non polarisée ;

$\chi(\text{H}) = 2,2$; $\chi(\text{C}) = 2,6$; $\chi(\text{N}) = 3,0$; $\chi(\text{O}) = 3,4$.

Après mes révisions, je me sens dans l'état d'esprit suivant pour aborder le devoir surveillé :

