Concours Commun INP (CCINP), France

Session 2012, filière PC

Chimie 1

Durée : 4 heures

Ce que traite le sujet

- Partie 1, questions 1.1 à 1.4 : atomes, cristaux et binaire Al-Mg
- Partie 1, questions 1.5 à 1.7 : réduction, dosage et électrolyse de l'alumine
- Partie 2 : synthèse du cycle A et de la chaîne latérale du taxol

Sujet reproduit sans retouche à partir de la page suivante.

Résumé des parties, chapitres de cours liés et autres années :
prepahelp.com/annales/ccinp/pc/2012/chimie1

Prepa Help ne revendique aucun droit sur le sujet, propriété de l'organisateur du concours.

EPREUVE SPECIFIQUE - FILIERE PC

CHIMIE 1

Durée : 4 heures

N.B. : Le candidat attachera la plus grande importance à la clarté, à la précision et à la concision de la rédaction. Si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

Les calculatrices sont interdites

*Toute réponse devra être clairement **justifiée**.*

Le sujet est composé de deux parties :

- la première aborde une étude comparative des propriétés physico-chimiques de l'aluminium et de ses dérivés ;

- la deuxième partie traite d'une approche de synthèse du cycle A du ***taxol*** ainsi que de celle de la chaîne latérale.

Il est recommandé d'utiliser, ***uniquement*** pour l'écriture des mécanismes, des ***représentations simplifiées*** des molécules ne pouvant faire apparaître que la seule fonction organique concernée par la transformation chimique étudiée.

Dans chaque partie, de nombreuses questions sont indépendantes.
Toutes les données utiles au problème sont regroupées en fin de sujet.

Tournez la page S.V.P.

1- Etude comparative de quelques propriétés de l'aluminium et du magnésium

L'aluminium est remarquable pour sa résistance à l'oxydation et sa faible densité. C'est le métal le plus abondant de l'écorce terrestre. Son minerai principal est la bauxite, où il est présent sous forme d'oxyde hydraté dont on extrait l'alumine.

L'aluminium est un produit industriel important, notamment dans l'aéronautique, les transports et la construction. Sa nature réactive en fait également un catalyseur et un additif dans l'industrie chimique.

1.1 Atomistique

1.1.1 Citer, avec précision, les règles permettant d'établir la configuration électronique d'un atome dans son état fondamental.

1.1.2 Ecrire la configuration électronique du magnésium, Mg (Z = 12) et de l'aluminium, Al (Z = 13), dans leur état fondamental. En déduire le nombre d'électrons de valence du magnésium et de l'aluminium.

1.1.3 Préciser la place du magnésium et de l'aluminium (période et colonne) dans la classification périodique.

1.1.4 Quels sont les nombres d'oxydation les plus courants du magnésium et de l'aluminium ? Justifier votre réponse.

1.2 Energie de première ionisation

L'énergie de première ionisation du magnésium est de 738 $kJ.mol^{-1}$, celle de l'aluminium, 577 $kJ.mol^{-1}$.

1.2.1 Rappeler la définition de l'énergie de première ionisation d'un atome.

1.2.2 Calculer, dans le modèle de Slater, les constantes d'écran pour les électrons de valence du magnésium et de l'aluminium. En déduire les valeurs des charges effectives des électrons de valence de l'aluminium et du magnésium.

1.2.3 Le modèle de Slater permet-il d'interpréter la différence entre les valeurs d'énergie de première ionisation du magnésium et de l'aluminium ? Proposer une explication sans calcul supplémentaire.

1.3 Etude cristallographique de l'aluminium et du magnésium

Le magnésium cristallise dans une structure hexagonale compacte, *hc*, alors que l'aluminium cristallise dans une structure cubique à faces centrées, *cfc*.

1.3.1 Représenter la maille conventionnelle de la structure *cfc* de l'aluminium. Etablir la relation entre le paramètre de maille, a_{Al}, et le rayon de l'atome d'aluminium, R_{Al}.

1.3.2 Représenter la maille conventionnelle de la structure *hc* du magnésium (prisme droit, de hauteur *c*, à base losange d'arête a_{Mg}). Rappeler la relation entre *c* et a_{Mg} et celle entre a_{Mg} et le rayon de l'atome de magnésium, R_{Mg}.

1.3.3 Calculer le nombre d'atomes par maille conventionnelle ainsi que la coordinence de ces atomes pour la structure *cfc* de l'aluminium et la structure *hc* du magnésium.

1.3.4 Quelle est la valeur de la compacité pour chacune de ces structures cristallographiques ? Justifier votre réponse sur l'exemple de la structure *cfc* de l'aluminium.

1.3.5 Représenter, pour la maille conventionnelle de type *cfc*, les centres des sites interstitiels octaédriques, symbolisés par « Ω », et tétraédriques, symbolisés par « T », situés dans les plans suivants :

- plan correspondant à une face du cube ;
- plan parallèle à une face et passant par le centre du cube ;
- plan contenant deux arêtes parallèles n'appartenant pas à la même face.

1.3.6 Exprimer, en fonction du rayon atomique de l'aluminium, R_{Al}, le rayon maximal d'un atome « logeant » dans chacun de ces sites. Justifier votre réponse.

1.3.7 A partir des valeurs des paramètres de maille, a_{Al} = 400 pm et a_{Mg} = 320 pm, calculer les valeurs du rayon atomique de l'aluminium et du magnésium pour ces structures.

1.3.8 Quels sites interstitiels peuvent être occupés par l'atome de magnésium dans la structure *cfc* de l'aluminium ? Les alliages Al-Mg sont-ils des alliages de substitution ou d'insertion ? Justifier votre réponse.

1.4 Diagramme de phases aluminium/magnésium

Le diagramme de phases aluminium-magnésium présente les points remarquables suivants (voir tableau ci-dessous).
La fraction molaire en aluminium, x_{Al} ($0 \leq x_{Al} \leq 0{,}60$), ainsi que la température de fusion correspondante à cette composition sont indiquées pour une pression fixée à 1 bar :

	x_{Al}	Température de fusion (°C)
Magnésium	0,00	650
Eutectique E_1	0,30	440
Composé défini D_1	0,40	460
Eutectique E_2	0,55	455
Composé défini D_2	0,60	470

1.4.1 Quelles sont les formules des composés définis D_1 et D_2 ?

Tournez la page S.V.P.

1.4.2 Représenter, pour $0 \leq x_{Al} \leq 0{,}60$, l'allure du diagramme de phases solide-liquide magnésium/aluminium en indiquant clairement la composition et la température des points remarquables.

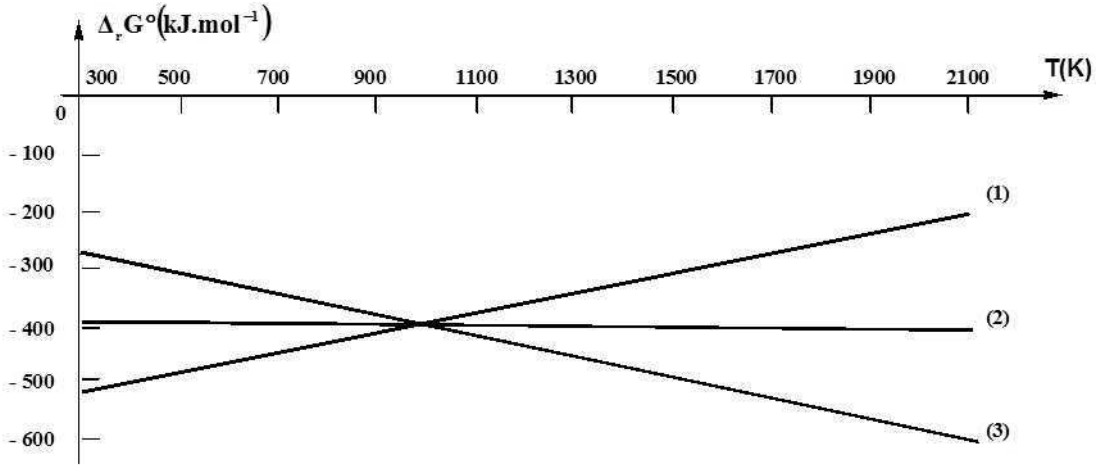
1.4.3 Qu'appelle-t-on eutectique ? Tracer l'allure de la courbe de refroidissement isobare pour un mélange liquide ayant la composition de l'eutectique E_1. Indiquer, pour chaque portion de cette courbe, la variance et les phases en présence.

1.4.4 Tracer l'allure de la courbe de refroidissement isobare pour un mélange liquide de fraction molaire en aluminium, $x_{Al} = 0{,}35$. Indiquer, pour chaque portion de cette courbe, la variance et les phases en présence.

1.5 Etude de la réduction de l'alumine

L'aluminium est produit industriellement à partir d'alumine, Al_2O_3. Les droites d'Ellingham, représentant l'enthalpie libre standard, $\Delta_r G°(T)$, en fonction de la température T, ont été tracées pour les couples suivants :

C(s)/CO(g), C(s)/CO_2(g) et CO(g)/CO_2(g)



Les équations bilan des équilibres mis en jeu ont été rapportées à une mole de dioxygène.

1.5.1 Rappeler en quoi consiste l'approximation d'Ellingham.

1.5.2 Attribuer qualitativement chacune de ces droites d'Ellingham (notées 1 à 3) à un couple du carbone.

1.5.3 Tracer sur votre copie le diagramme d'Ellingham du carbone et de ses oxydes, en précisant les domaines de prédominance ou d'existence des différentes espèces.

1.5.4 Etablir l'expression de $\Delta_r G°(T)$ pour la réaction de formation de l'alumine, Al_2O_3(s), rapportée à une mole de dioxygène, pour un domaine de température comprise entre 300 et 930 K d'une part et entre 930 et 2000 K d'autre part.

1.5.5 Superposer, sur le graphique obtenu en **1.5.3**, les segments de droites d'Ellingham de la réaction de formation de l'alumine, $Al_2O_3(s)$. Que peut-on en conclure quant à la réduction de l'alumine par le carbone ou l'un de ses oxydes ?

1.6 Analyse de la teneur en aluminium d'un minerai

Afin de déterminer la teneur en aluminium dans un échantillon de bauxite, contenant essentiellement de l'alumine, Al_2O_3, et de l'hématite, Fe_2O_3, on met en œuvre le protocole suivant :

- 1,00 g d'un échantillon de minerai est mis en suspension, à chaud, dans 20,0 mL d'une solution aqueuse de soude de concentration 1,00 $mol.L^{-1}$. Après refroidissement de la solution, on élimine par filtration un résidu solide de couleur rouille.

- 20,0 mL du filtrat ainsi obtenu sont ensuite dosés par une solution aqueuse d'acide chlorhydrique de concentration 1,00 $mol.L^{-1}$. On observe l'apparition d'un précipité blanc pour un volume versé en solution aqueuse d'acide chlorhydrique, $v_1 = 6{,}00$ mL.

On supposera que l'alumine, Al_2O_3, et l'hématite, Fe_2O_3, sont, en fonction du pH de la solution aqueuse, sous forme de :

$Al^{3+}(aq)$, $Al(OH)_3(s)$, solide blanc, ou $Al(OH)_4^-(aq)$, pour l'alumine, Al_2O_3,
$Fe^{3+}(aq)$, $Fe(OH)_3(s)$, solide rouille, pour l'hématite, Fe_2O_3.

1.6.1 Ecrire les équations de transformation de $Al_2O_3(s)$ en $Al(OH)_3(s)$ et de $Fe_2O_3(s)$ en $Fe(OH)_3(s)$ en présence d'eau.

1.6.2 Tracer le diagramme de prédominance ou d'existence des différentes espèces de Al(III) selon une échelle pOH. On ne cherchera pas à exprimer le pOH des frontières.

1.6.3 Montrer que l'hydroxyde d'aluminium, $Al(OH)_3(s)$, est un amphotère acido-basique en écrivant les équations des réactions correspondantes.

1.6.4 Ecrire l'équation de la réaction ayant lieu, pour $Al(OH)_3(s)$, lors de l'attaque basique à chaud du minerai par la soude supposée en excès. Quelle est la nature du résidu solide éliminé par filtration ?

1.6.5 Ecrire l'équation de la réaction de dosage pour un volume versé, $v < v_1$, pour un volume versé $v > v_1$. Calculer les constantes d'équilibre de ces réactions.

1.6.6 En déduire la quantité d'alumine ainsi que le pourcentage massique en alumine, Al_2O_3, dans la bauxite.

1.7 Electrolyse de l'alumine, Al_2O_3

L'électrolyse de l'alumine, dissoute dans la cryolithe fondue, Na_3AlF_6, a lieu à 1230 K. Les électrodes sont constituées d'aluminium liquide et de graphite solide. On observe un dégagement gazeux de dioxyde de carbone.

Tournez la page S.V.P.

On admettra que, dans ce milieu et à cette température, les solides ioniques sont totalement dissociés en leurs ions constitutifs.

Seuls les ions de ces solides sont alors à prendre en compte pour cette question.

1.7.1 Ecrire la structure de Lewis de l'anion constitutif de la cryolithe, Na_3AlF_6. Justifier que l'aluminium est l'atome central dans cet anion. Prévoir sa géométrie, à l'aide de la théorie VSEPR, autour de l'atome central d'aluminium.

1.7.2 Quels sont les ions constitutifs de l'alumine, Al_2O_3 ? Justifier votre réponse.

1.7.3 Quelle est la nature de l'électrode sur laquelle a lieu la formation de dioxyde de carbone gazeux ? La nommer et indiquer la réaction électrochimique ayant lieu sur cette électrode.

1.7.4 Quelle est la nature de l'électrode sur laquelle a lieu la formation d'aluminium liquide ? La nommer et indiquer la réaction électrochimique ayant lieu sur cette électrode.

1.7.5 Ecrire l'équation de la réaction d'électrolyse de l'alumine. Quel est l'intérêt d'effectuer l'électrolyse de l'alumine dans la cryolithe ?

La différence de potentiels redox standard, associés aux deux couples d'oxydoréduction mis en jeu dans cette réaction d'électrolyse, est de 2,5 V à 1230 K.

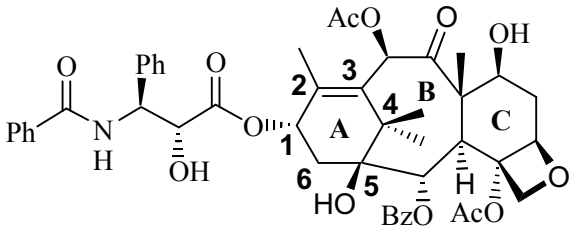
1.7.6 En déduire une valeur de l'enthalpie libre standard de la réaction d'électrolyse de l'alumine solide dans la cryolithe à la température de 1230 K.

1.7.7 La tension U appliquée aux bornes de la cellule d'électrolyse est de 4,3 V. Comment justifier cet écart de valeur avec celle de la question précédente ?

1.7.8 Exprimer l'énergie E nécessaire à la production, sur une durée Δt, d'une masse d'aluminium, m_{Al}, pour une tension U appliquée aux bornes de la cellule d'électrolyse traversée par une intensité de courant I, le rendement de la réaction d'électrolyse étant noté ρ.

2- Etude de la synthèse du taxol

Au début des années 1960, un vaste programme américain lancé par le *National Cancer Institute* et le *Département Fédéral de l'Agriculture* a conduit, dans le cadre de recherches de nouvelles sources d'anticancéreux, à la découverte du ***taxol***, extrait des écorces d'if :



Taxol

Ac = CH_3CO : ***acétyle***
Ph = C_6H_5 : ***phényle***
Bz = C_6H_5CO : ***benzoyle***

2.1 Etude spectroscopique de la cyclohexane-1,3-dione 1

Le réactif de départ du cycle **A** du ***taxol*** est la cyclohexane-1,3-dione **1**, en équilibre avec un composé **2**, largement majoritaire.
2 présente, entre autres, en infrarouge une bande très large entre 2200 et 3200 cm^{-1}, centrée sur 2800 cm^{-1}, ainsi qu'une bande intense à 1585 cm^{-1}. Le spectre RMN (Résonance Magnétique Nucléaire) ^1H de **2** présente quatre massifs distincts :

Déplacement chimique en ppm	multiplicité	intégration
2,0	Multiplet	2 H
2,3 - 2,8	Multiplet	4 H
5,5	Singulet	1 H
11,3	Singulet	1 H

2.1.1 Quel est le nombre de signaux observables pour les protons de la cyclohexane-1,3-dione **1** ? Indiquer la multiplicité théorique de ces signaux. Justifier votre réponse.

2.1.2 Représenter le composé **2**. Attribuer les signaux observés par RMN ^1H pour les protons de **2** en présentant les résultats sous forme de tableau. Pourquoi n'observe-t-on que 4 massifs de signaux ?

2.1.3 Attribuer les bandes d'absorption IR (Infrarouge) observées pour **2** et expliquer la valeur relativement basse du nombre d'onde de la bande à 1585 cm^{-1}.

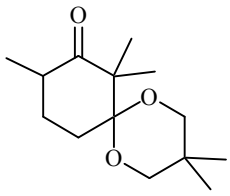
2.1.4 Nommer l'équilibre entre la cyclohexane-1,3-dione **1** et le composé **2**. Justifier la stabilité du composé **2** par rapport à la cyclohexane-1,3-dione **1**. Ecrire un mécanisme pour cet équilibre en catalyse acide.

2.2 Transformation de la cyclohexane-1,3-dione 1

Un équivalent de cyclohexane-1,3-dione **1** est traité par un excès de carbonate de potassium, K_2CO_3 et 2,1 équivalents d'iodométhane en solution dans l'acétone (ou propanone). Après 12 h de chauffage au reflux, le composé **3**, de formule brute $C_8H_{12}O_2$ est obtenu sous forme de cristaux blancs.

L'action sur **3**, en solution dans le benzène, du 2,2-diméthylpropane-1,3-diol et de quantités catalytiques d'APTS (ou acide *para*-toluènesulfonique), conduit au composé **4**, de formule brute $C_{13}H_{22}O_3$. Ce dernier, en solution dans le Tetrahydrofurane (THF), est traité à basse température par du LDA (ou DiisopropylAmidure de Lithium) puis par un léger excès d'iodométhane.

On isole un solide blanc **5** de formule topologique plane :



5

2.2.1 Quel est le rôle du carbonate de potassium ? Justifier qu'il est possible d'utiliser ce composé pour la transformation chimique souhaitée.

2.2.2 Représenter un montage de chauffage à reflux. Nommer la verrerie utilisée. Quel est l'intérêt d'un tel montage ?

2.2.3 Calculer le nombre d'insaturations de **3**. Ecrire la formule topologique de **3** et proposer un mécanisme réactionnel pour sa formation à partir de **2**. Nommer chacune des étapes de ce mécanisme.

2.2.4 Indiquer une méthode de purification adaptée à l'obtention de cristaux purs de **3**. Décrire, en quelques lignes, son principe et le protocole expérimental usuellement mis en œuvre.

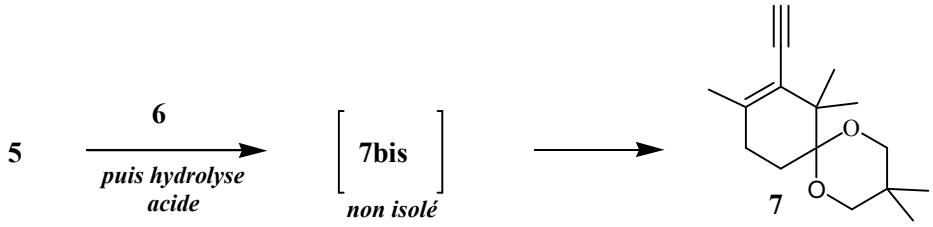
2.2.5 Quel est le rôle de l'APTS dans la transformation **3** → **4** ? Quel est l'intérêt d'utiliser cette espèce chimique pour cette transformation au lieu par exemple d'acide sulfurique, H_2SO_4 ?

2.2.6 Proposer une formule topologique de **4** et écrire le mécanisme de sa formation à partir de **3**. Comment améliorer le rendement de formation de **4** ?

2.2.7 Nommer et écrire la formule topologique de l'intermédiaire formé à partir de **4** et de LDA. Quelle est la structure possible d'un produit secondaire accompagnant celle de **5** ?

2.3 Action d'un alcynure sur 5

L'action d'un équivalent d'amidure de sodium, $NaNH_2$, sur un équivalent d'acétylène (ou éthyne), liquéfié dans le THF à basse température, permet de former un composé ionique **6**. L'addition de **5** conduit, après hydrolyse acide, au composé **7** représenté ci-dessous. Ce dernier est ensuite transformé en **8** par le dihydrogène en présence de catalyseur de Lindlar (palladium « désactivé ») :



2.3.1 Ecrire la formule semi-développée du composé ionique **6** ainsi que l'équation de la réaction de formation de **6**.

2.3.2 Représenter le composé **7bis** susceptible d'être isolé après hydrolyse acide. Proposer un mécanisme pour sa formation à partir de **6** et **5**.

2.3.3 Pourquoi **7bis** n'est pas isolé et se transforme dans les conditions de l'hydrolyse acide en **7** ? Ecrire un mécanisme pour la transformation **7bis** → **7**.

2.3.4 Ecrire une formule topologique de **8**. Pourquoi utiliser le catalyseur de Lindlar pour la transformation de **7** en **8** ?

L'éthyne gazeux peut être généré à partir de carbure de calcium, CaC_2, solide ionique.

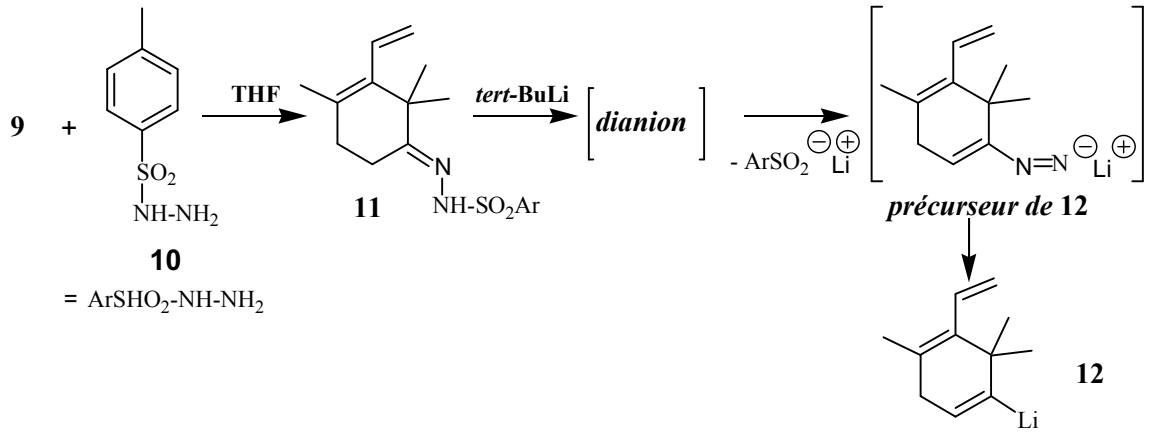
2.3.5 Ecrire la structure de Lewis du dianion dicarbure. Quel réactif supplémentaire est susceptible de générer l'éthyne à partir de carbure de calcium ?

2.3.6 Construire le diagramme des orbitales moléculaires (OM) pour le dianion dicarbure en précisant les orbitales atomiques (OA) ayant « servi » à leur construction. On négligera pour la construction de ce diagramme les interactions entre les orbitales atomiques s et p.

2.3.7 Nommer les différentes OM obtenues et indiquer leur symétrie. Préciser l'occupation de ces OM pour le dianion dicarbure et calculer l'indice de liaison. Est-ce en accord avec la structure de Lewis de cet anion ?

2.4 Formation d'un carbanion vinylique

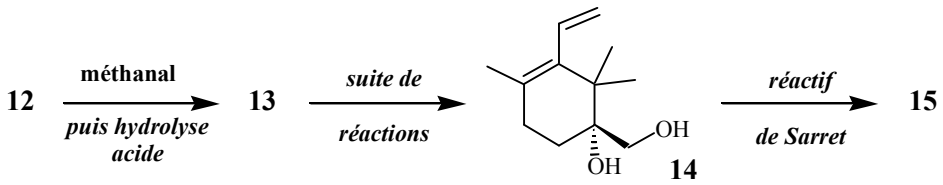
Le composé **8**, traité à 60 °C par des quantités catalytiques d'APTS, dans un mélange 2:1 acétone/eau, permet d'obtenir le composé **9**, de formule brute $C_{11}H_{16}O$. L'action sur **9** de la tosylhydrazine **10** dans le THF conduit à **11**. Ce dernier composé, mis en présence à basse température, d'un excès de *tert*-butyllithium dans le THF, conduit à un dianion qui se transforme en organolithien vinylique **12** :



2.4.1 Proposer une formule topologique pour le composé **9**. Quel est l'intérêt d'utiliser l'acétone pour la transformation **8** → **9** ?

2.4.2 Indiquer les protons à caractère acide de **11**. Justifier votre réponse. Proposer une formule topologique du dianion issu de **11**. Quel est le gaz qui se dégage lors de la formation de **12** ?

L'organolithien **12** est ensuite piégé par du méthanal. Après hydrolyse acide, le composé **13**, alors obtenu, est transformé par une suite de réactions en **14**. Ce dernier, est traité par le réactif de Sarret afin d'obtenir **15** :

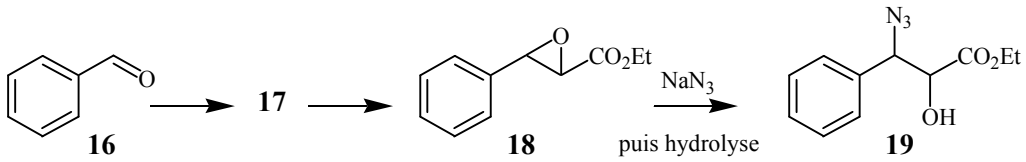


2.4.3 Ecrire la formule topologique de **13**. Préciser les étapes opératoires à mettre en œuvre afin d'isoler le composé **13** ***pur*** à l'issue de l'hydrolyse acide.

2.4.4 Quelle est la composition du réactif de Sarret ? Ecrire la formule topologique de **15**.

2.5 Préparation de la chaîne latérale du *taxol*

La préparation de la chaîne latérale du ***taxol*** a été réalisée à partir du benzaldéhyde **16**. Celui-ci est transformé en **17**, de formule brute $C_{11}H_{12}O_2$, selon une réaction diastéréosélective. On obtient le diastéréoisomère de **17** dont la double liaison C=C est de configuration *E*. Puis, **17**, par réaction d'époxydation, conduit à **18**. Ce dernier est transformé en **19** par du triazoture de sodium, NaN_3.

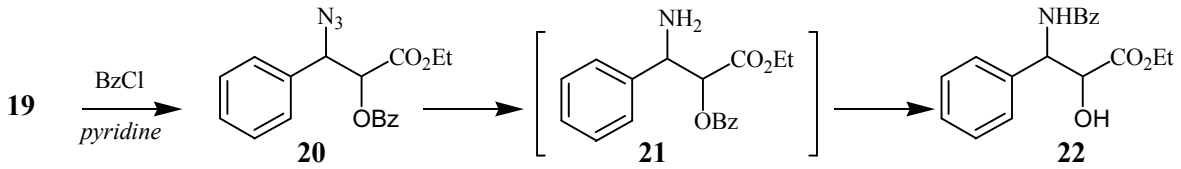


2.5.1 Ecrire la formule topologique de **17**. Proposer un réactif permettant le passage de **16** à **17**. Comment se nomme cette réaction ?

2.5.2 Représenter en convention de Cram les stéréoisomères de **18** obtenus lors de l'époxydation de **17**, le cycle de l'époxyde étant dans le plan de représentation. Indiquer la relation de stéréochimie entre ces stéréoisomères.

2.5.3 Ecrire la structure de Lewis de l'anion triazoture, N_3^-. Proposer un mécanisme expliquant le passage de **18** à **19**.

19 est transformé en **20** par du chlorure de benzoyle (BzCl) en présence de pyridine, C_5H_5N. La transformation de **20** en **21** est une réaction d'hydrogénolyse. Elle met en jeu un catalyseur usuellement utilisé pour l'hydrogénation des alcènes et le dihydrogène. Le composé **21**, non isolé, se transforme spontanément en **22**, présentant l'ensemble des fonctions de la chaîne latérale du ***taxol*** :



2.5.4 Proposer un mécanisme pour la transformation de **19** en **20**.

2.5.5 Quel catalyseur utilise-t-on usuellement pour l'hydrogénation des alcènes ? Quelles sont les autres fonctions organiques de **20** susceptibles d'être également hydrogénées ? Pourquoi la transformation de **20** en **21** est-elle chimiosélective ?

2.5.6 Proposer un mécanisme pour la transformation **20** → **21**.

Tournez la page S.V.P.

Données :

Règles de Slater : on rappelle que dans le modèle de Slater l'énergie d'une orbitale atomique associée au nombre quantique principal *n* est donnée par : $\varepsilon(n,l) = -13,6 \cdot \left(\frac{Z_{\text{eff}}}{n} \right)^2$,

en eV (1 eV = $1,6.10^{-19}$ J). La charge effective, Z_{eff}, est calculée par : $Z_{\text{eff}} = Z - \sigma$ où Z est le nombre de protons et σ la constante d'écran calculée à partir du tableau ci-dessous :

groupe de l'électron étudié	contribution des autres électrons					
	niveaux n-2, n-3…	niveau n-1	autres électrons du niveau n			niveaux n+1, n+2…
			1s	s et p	d	
1s			0,30			0,00
s et p	1,00	0,85		0,35	0,00	0,00

Approximations numériques : $\sqrt{3/2} \approx 1,2$; $\sqrt{2} \approx 1,4$; $\sqrt{8/3} \approx 1,6$; $\sqrt{3} \approx 1,7$

Enthalpies molaires standards de formation, $\Delta_f H°$, **entropies molaires standards**, S_m°, à 298 K :

Composé	$\Delta_f H°$ (en kJ.mol^{-1})	S_m° (en J.K^{-1}.mol^{-1})
Al(s)		30
Al(l)	12	42
Al_2O_3(s)	- 1680	60
O_2(g)		200

Température de fusion sous 1 bar : $T_f(Al) = 930$ K ; $T_f(Al_2O_3) = 2320$ K
Température d'ébullition sous 1 bar : $T_{éb}(Al) = 2740$ K
Produits de solubilité à 298 K : $Al(OH)_3$: $K_s = 10^{-32}$; $Fe(OH)_3$: $K_s = 10^{-38}$
Constante d'acidité à 298 K : H_2CO_3/HCO_3^- : $K_{a1} = 10^{-6,3}$; HCO_3^-/CO_3^{2-} : $K_{a2} = 10^{-10,3}$

Constante globale de formation à 298 K de $Al(OH)_4^-$: $log\beta_4 = 33$
Constante d'autoprotolyse de l'eau à 298 K : $K_e = 10^{-14}$
Masse molaire (en g.mol^{-1}) : O : 16 ; Al : 27
Numéros atomiques : C : 6 ; N : 7 ; F : 9 ; Mg : 12 ; Al : 13
Nombre de Faraday : F $\approx 10^5$ C.mol^{-1}

RMN ^{1}H : gamme indicative de déplacements chimiques

	CH_3-C	-CH_2-C-	-CH_2-CO-	R-O**H**	-CH_2OR	-**H**C=C
δ (ppm)	0,6 - 1,1	1,2 - 1,9	2,1 - 2,5	0,6 - 12,0	3,5 - 4,5	4,5 - 6,8

Infra-Rouge : nombres d'onde indicatifs υ de vibration de quelques groupes fonctionnels

Groupe fonctionnel	**OH**	**CH**	**C=C**	**C=O** non conjuguée	**C=O** conjuguée	**C-O** éther-oxyde cyclique
υ (cm^{-1})	3200 - 3600	2910 - 2970	1630 - 1670	1720 - 1750	1670 - 1700	1200 - 1250

Fin de l'énoncé.

IMPRIMERIE NATIONALE – 12 1243 – D'après documents fournis

Travailler les chapitres de ce sujet

Prepa Help suit le programme de PC chapitre par chapitre : cours détaillé, méthodes, pièges, exercices et problèmes corrigés pas à pas, tirés des concours. L'essai gratuit donne accès aux chapitres offerts de ta filière, sans carte bancaire.

Chapitres liés à ce sujet

- Structure électronique de l'atome et classification périodique
- Changements de phase de corps purs et mélanges binaires
- Second principe : enthalpie libre, potentiel chimique et équilibre chimique
- Titrages et dosages
- Structure des molécules : Lewis, géométrie et polarité

Ouvrir l'essai gratuit

Scanne le code ou clique sur le bouton.

prepahelp.com/#essai

Une question sur le concours ou sur ta filière : **écrire sur WhatsApp**

Les autres années et épreuves : prepahelp.com/annales/ccinp/pc