UE1
Chimie
PASS - 2025/26

TUTORAT RENNAIS

Nous vous rappelons que pour chacune des UE PASS/L.AS, les évaluations portent uniquement sur les éléments produits par les enseignants lors de l'année universitaire en cours (diaporamas projetés pendant les cours, informations données oralement, supports déposés sur moodle, ...).

Ainsi, ces livrets, mêmes s'ils sont basés sur les cours des enseignants, sont réalisés par nos équipes de tuteurs et tutrices : les erreurs sont possibles. Ce livret élaboré par le tutorat n'est pas opposable en cas de litige.

SOMMAIRE

SOMMAIRE 3

INTRODUCTION CHIMIE 6

METHODOLOGIE - CHIMIE 7
L'ENTRAINEMENT 7
LA REGULARITE 7

LES ATOMES 8
STRUCTURE ELECTRONIQUE : 8
LA CLASSIFICATION SELON L'ELECTRONEGATIVITE : 9
LES INFOS A DEDUIRE DU TABLEAU PERIODIQUE : 10
LA CONFIGURATION ELECTRONIQUE (HUND) : 12
LES QUESTIONS DE COURS : 12
QCMS D'ENTRAINEMENT 13
CORRECTION QCMS D'ENTRAINEMENT 14
NOTES PERSONNELLES 15

LIAISONS CHIMIQUES 16
QCMS DE COURS : 16
QCM SUR LES HYBRIDATIONS/ CONFORMATIONS / EFFETS MESOMERES 16
QCMS D'ENTRAINEMENT 19
CORRECTION QCMS D'ENTRAINEMENT 20
NOTES PERSONNELLES 21

MOLECULES ET NOMENCLATURE 22
DEFINIR LES FONCTIONS D'UNE MOLECULE 22
NOMMER UNE MOLECULE 23
RETROUVER / DESSINER UNE MOLECULE 25
QCMS D'ENTRAINEMENTS 26

CORRECTION QCMS D'ENTRAINEMENT 27
NOTES PERSONNELLES 28

STEREOISOMERIE 29
LES STEREO-ISOMERES 29
LES 3 MODES DE REPRESENTATION 30
RESOLUTION D'EXERCICES TYPES 33
QCMS D'ENTRAINEMENT 40
CORRECTIONS QCMS D'ENTRAINEMENT 41
NOTES PERSONNELLES 42

TEMPERATURE D'EBULLITION ET SOLUBILITE 43
TEMPERATURE D'EBULLITION 43
SOLUBILITE DES COMPOSES ORGANIQUES 45
QCMS D'ENTRAINEMENT 46
CORRECTIONS QCMS D'ENTRAINEMENTS 47
NOTES PERSONNELLES 48

CLASSIFICATION ACIDITE - BASICITE 49
EXERCICES TYPES 49
CORRECTION EXERCICES TYPES 50
QCMS D'ENTRAINEMENTS 52
CORRECTION QCMS D'ENTRAINEMENT 53
NOTES PERSONNELLES 54

REACTION EN CHIMIE ORGANIQUE 55
QCMS D'ENTRAINEMENTS 59
CORRECTION QCMS D'ENTRAINEMENT 60
NOTES PERSONNELLES 61

REACTION ACIDO-BASIQUE 62
BONUS DE COURS 62
EXERCICES TYPES 63
REACTION ACIDO-BASIQUE : DETERMINER LE PH ET L'ESPECE MAJORITAIRE EXO 2 65
QCMS D'ENTRAINEMENTS 68
CORRECTION QCMS D'ENTRAINEMENTS 69
NOTES PERSONNELLES 70

REACTION OXYDO-REDUCTION 71
ÉTABLIR UNE REACTION D'OXYDO-REDUCTION 71
ÉTABLIR LA REACTION D'OXYDO-REDUCTION 71
DEDUIRE LE PHENOMENE D'OXYDATION/REDUCTION QUI A LIEU DANS LA REACTION (ITEM A ET B) 73
CALCULER UN POTENTIEL D'ELECTRODE 73
QCMS D'ENTRAINEMENTS 73
CORRECTIONS QCMS D'ENTRAINEMENTS 75
NOTES PERSONNELLES 76

FAQ – FORUM 77

INDEX – ABREVIATION EN CHIMIE 77

INTRODUCTION CHIMIE

Professeur

Il n'y a qu'un seul professeur en chimie, **M. Collin**, et il est là depuis des années ! Et il modifie très peu ses cours d'une année à l'autre.
Il est à l'écoute, il ne faut pas hésiter à aller le voir si vous avez des questions.

Programme

Il y a une vingtaine de chapitres, les cours proposés sur le site du tutorat sont néanmoins assez « sobres » et les cours sont davantage détaillés par M. Collin lors des Cours Magistraux. Le professeur dédiera également plusieurs cours à la résolution d'exercices.

L'examen

Le plus gros avantage de la chimie, c'est que l'examen a TOUJOURS la même forme :

- La chimie est contenue dans l'UE1 : une épreuve d'1h30 pour 40 QCMs
- **16 QCMs** en chimie depuis la réforme (avant il y en avait une vingtaine en PACES)
  - (Associés à 24 QCMs de biochimie)
- La chimie correspond donc à **40% de la note finale**
- On retrouve selon les chapitres :
  - 2 QCMs sur le chapitre sur les atomes
  - 2 QCMs sur les liaisons chimiques + réactivité en chimie organique
  - 2 QCMs sur la nomenclature et les fonctions des molécules
  - 2-3 QCMs sur la stéréoisomérie (carbones asymétriques / RS / DL)
  - 1-2 QCMs sur les températures d'ébullition et de la solubilité des molécules
  - 0-1 QCM sur la comparaisons des pKa, de l'acidité/basicité des molécules
  - 2-3 QCMs de chimie organique
  - 1-2 QCMs sur le chapitre « Acide/base »
  - 1-2 QCMs sur le chapitre « Oxydoréduction

Le Tutorat en chimie

Nous sommes **2 tuteurs de chimie** et 2 tuteurs de biochimie.

Les conférences

Elles sont faites en tant qu'UE1 (la biochimie est à la suite de la chimie, avec 2 tuteurs chaque soirs)

On résout ensemble les exercices du sujet hebdomadaire, et chacun pose ses questions. Ceux qui souhaitent peuvent ensuite rester échanger avec nous !

Les annexes

MOLVIEW, un site internet de dessin de molécules, qui permet de visualiser en 3D.

Le FORUM, ou les questions sont triées, et où l'on vous répond systématiquement.

Wikipédia, pour chercher sur internet les infos qui nous aider à comprendre.

METHODOLOGIE - CHIMIE

La Chimie est enseignée par le professeur Collin. Ce dernier modifie très peu ses cours d'une année à l'autre.

La Chimie est ce qu'on appelle une **matière à calcul**, en effet vous n'êtes pas évalué sur la connaissance par cœur de vos cours mais bien sur de la résolution d'exercices.
Une matière à calcul se travaille différemment de vos cours habituels, ce qui compte ici c'est **l'entraînement** et la **régularité**.

L'ENTRAINEMENT

Pas de secret ! Pour réussir des exercices il faut s'entraîner en boucle jusqu'à maîtriser le coup de main. Le Professeur Collin change très peu ses QCM d'une année à l'autre. Ainsi, il suffit de bien **maîtriser les exercices** types de chimie pour réussir son épreuve.

Pour cela, utilisez tous les supports à votre disposition : à la fois les conférences données au cours du semestre, comme les conférences classées des années précédentes !

N'hésitez pas non plus à consulter les EDs réalisés par le professeur qui vous seront proposés pendant l'année. Ces derniers sont proches, parfois même identiques, à ce qui tombe au concours pour certains exercices *(soyez attentifs ;)).*

De plus les annales sont aussi très importantes à travailler en chimie, car le Professeur Colin peut parfois réutiliser des exercices qu'il a déjà fait tomber, lors de l'examen.

LA REGULARITE

Le meilleur moyen d'ancrer une bonne méthode et de progresser rapidement en chimie est de s'entraîner **régulièrement**. Inutile de faire une seule session de 5h de chimie une fois par semaine, priorisez des séances plus courtes à intervalles plus réguliers !

Essayez de vous trouver un créneau fixe dédié à ce travail, cela peut-être tous les soirs/matin/après- manger. Cela vous permettra de vous changer du bourrage de crâne que vous pouvez éprouver dans les autres matières. ATTENTION la chimie ne doit pas être vue comme une pause dans votre planning, quand on fait une pause on la fait vraiment !

Vous avez au sein de ce livret des clés qui vont vous permettre de prendre vos marques dans cette matière, on reste à votre disposition. Courage, on croit en vous !!

Vos tuteurs préférés – Guillaume et Pablo :)

LES ATOMES

- Ces dix dernières années, les deux premiers QCMs de chaque sujet sont dédiés à ce chapitre.
- 5 QCMs types différents sont retrouvés, voici une méthode pour résoudre ceux qui vous posent problème.

STRUCTURE ELECTRONIQUE :

1. A propos de l'atome de manganèse Mn (Z = 25) et de l'ion Mn^{2+} :

A. La structure électronique de l'atome Mn est : $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^5$

B. La structure électronique de l'atome Mn est : $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 4p^5$

D. La structure électronique de l'ion $Mn2^+$ est : $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^5$

E. La structure électronique de l'ion $Mn2^+$ est : $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^3$

F. Toutes les réponses précédentes sont inexactes

Commencer par trouver la structure de l'atome (∅ charge) :

1ère Étape : Définir le nombre d'électrons (Z = ?) disponibles :

1. A propos de l'atome de manganèse Mn (Z = 25) et de l'ion Mn^{2+} :

A. La structure électronique de l'atome Mn est : $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^5$

B. La structure électronique de l'atome Mn est : $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 4p^5$

D. La structure électronique de l'ion $Mn2^+$ est : $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^5$

E. La structure électronique de l'ion $Mn2^+$ est : $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^3$

F. Toutes les réponses précédentes sont inexactes

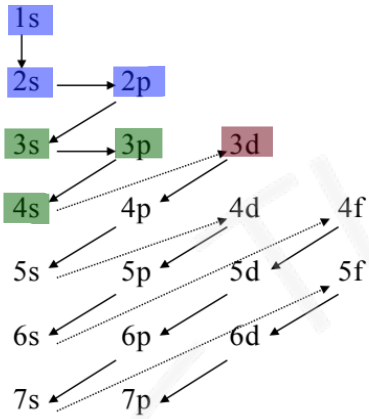
- Dans le cas d'un **atome normal**, le nombre d'électrons doit être **égale à Z** → Barrer immédiatement une réponse si elle ne correspond pas au nombre Z !

- Dans le cas d'un **ion** comme ici Mn^{2+} → Il faut **ajuster le nombre Z** en fonction du signe :
  - Si on a un ion positif (Mn^{2+}, Na^+, …) : on doit retrouver des électrons en moins
  - Si on a des ions négatifs (Cl^-, Br^-, …) : on doit retrouver des électrons en plus

Il peut arriver que vous ayez besoin de le déduire du tableau périodique

2ème Étape : Suivre l'échelle de Klechkowski :

Répartir nos 25 électrons grâce à l'échelle de Klechkowski :



Nb : Ranger les électrons par dizaine fait gagner du temps :

$1s^2, 2s^2, 2p^6 – 3s^2, 3p^6, 4s^2 – 3d^{10}$

Dans notre cas : *25 électrons* = $1s^2, 2s^2, 2p^6 – 3s^2, 3p^6, 4s^2 – 3d^5$

Trouver la structure de l'ion :

⚠ Un ion est issu d'un atome qui a *perdu/gagné* un ou plusieurs électrons, ces échanges ne vont avoir lieu que sur la ***couche externe***.

On reprend la structure de l'atome : $1s^2, 2s^2, 2p^6 – 3s^2, 3p^6, 4s^2 – 3d^5$
On la réorganise pour faire apparaitre la couche externe : $1s^2, 2s^2, 2p^6\ 3s^2, 3p^6, 3d^5 – 4s^2$

On **ajoute ou retire** les électrons sur cette dernière couche en fonction de l'ion :

- Ici Mn^{2+} donc perte de 2 e^- : $1s^2, 2s^2, 2p^6\ 3s^2, 3p^6, 3d^5$ Æ

Nb : on notera que l'ordre des sous-couches n'a pas d'importance :

- $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^5 = 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^5, 4s^2$ *les deux résultats sont corrects*

LA CLASSIFICATION SELON L'ELECTRONEGATIVITE :

1. A propos de l'électronégativité des atomes :
   - A. Deux atomes différents possédant le même nombre d'électrons dans leur couche de valence ont une électronégativité identique
   - B. Les gaz rares correspondent aux atomes les plus électronégatifs
   - C. C et H sont moins électronégatifs que O, S et N
   - D. Br Est plus électronégatif que N, S et P
   - E. Na et K sont plus électronégatifs que H
   - F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

Il existe deux méthodes pour déterminer parmi plusieurs atomes, lequel est le plus électronégatif :

L'échelle l'électronégativité :

F > O > Cl ≈ N > Br > I ≈ S > C > H > P > Mg, Ca, Na, K

(Mnémo : *Flore Oblige Claude à de NomBreuses Idioties SCéniques en Hurlant Partout)*

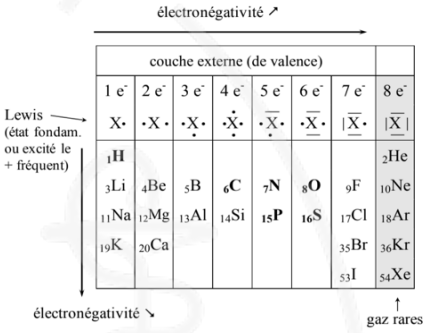
➔ *On peut rajouter Napoléon Mange du CaK, pour la dernière partie*

C'est la méthode à privilégier puisque qu'elle se base sur les valeurs exactes d'électronégativité des atomes !

Le tableau de classification périodique :

Dans le cas où la question est posée concernant un atome n'étant pas dans cette liste, on utilise le tableau périodique en sachant :

- L'électronégativité **augmente** vers le haut
- L'électronégativité **augmente** vers la droite
- La disparité d'électronégativité horizontale est prépondérante sur la disparité d'électronégativité verticale (càd : S plus électronégatif que C)



⚠ On notera que : les gaz rares ont une électronégativité ***nulle*** (puisque qu'ils sont stables, ils ne cherchent pas à *gagner/perdre* des électrons).

De plus, *deux atomes de la même famille = même colonne* = ayant le *même nb de e⁻ sur leur couche externe* : peuvent tout à fait posséder une électronégativité différente *(puisque l'électronégativité augmente vers le haut du tableau : F plus électronégatif que Br).*

LES INFOS A DEDUIRE DU TABLEAU PERIODIQUE :

2. A propos d'atomistique :

   A. La configuration électronique des couches externes de l'azote N (Z = 7) et du soufre S (Z = 16) est ns^2np^4

   B. La configuration électronique des couches externes du carbone C (Z = 6) et du silicium Si (Z= 14) est ns^2np^2

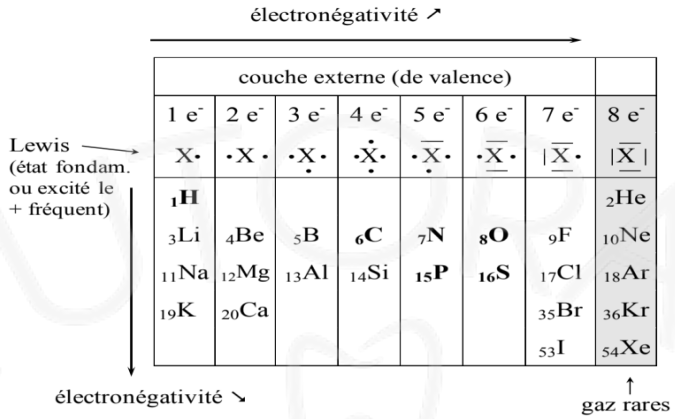
   C. Le magnésium Mg (Z=12) et le calcium Ca (Z = 20) font partie de la famille des alcalinoterreux

   D. Le cuivre Cu (Z = 29) et le zinc Zn (Z = 30) font partie de la famille des métaux de transition

   E. Le brome Br (Z = 35) et l'iode (Z = 53) font partie de la famille des métaux de transition

   F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

Cette version du tableau périodique est à apprendre par cœur, et nous vous invitons à le **redessiner** complètement avant d'entamer le sujet de chimie, car vous pourrez vous y référer sur de nombreux exercices



Ligne 2 : Lili Baise Bien Chez Notre Oncle Ferdinand Nestor.
Ligne 3 : Napoléon Mangea Allègrement Six Poulets Sans Claquer d'Argent.
Colonne 7 et 8 : Claire Branle Isaïe / Arrête de Kraner Xenophobe

La place des atomes dans le tableau permet de trouver

- La **famille** = colonne auquel l'atome appartient.
- Son **électronégativité** par rapport aux autres atomes.
- La **charge** des ions les plus fréquemment retrouvés (car les plus stables).

Le numéro atomique des atomes permet de trouver

- La **structure électronique** des atomes.

Le nb d'électron sur la couche de valence = couche externe permet de trouver

- La configuration de la **couche externe** :
  - Colonne I (alcalins) : ns^1
  - Colonne II (alcalino-terreux) : ns^2
  - Métaux de transition : ns^2 $(n-1)d^{1-10}$
  - Lanthanides, actinides : ns^2 $(n-2)f^{1-14}$
  - Colonne III : ns^2 np^1
  - Colonne IV : ns^2 np^2
  - Colonne V : ns^2np^3
  - Colonne VI : ns^2 np^4
  - Colonne VII (halogènes) : ns^2 np^5
  - Colonne VIII (gaz rares) : ns^2 np^6

- Le **nombre de liaison** que peut effectuer un atome au sein d'une molécule, ainsi que son nombre de doublet non liant *(indispensable en chimie réactionnelle).*
- Permet de connaitre la formule de Lewis. On notera que celle présentée dans le tableau est l'état le plus **fréquemment** retrouvé, et non l'état fondamental ! (Carbone et Silicium sont *préférentiellement tétravalents).* L'état fondamental peut dans tous les cas être retrouvé à l'aide de la règle de Hund.

LA CONFIGURATION ELECTRONIQUE (HUND) :

1. A propos d'un atome ayant comme numéro atomique Z = 16 :

A. Sa configuration électronique est 1s2, 2s2, 2p6, 3s2, 3p4
B. il appartient à la même famille du tableau de classification périodique que l'azote (N=7)
C. il fait partie des halogènes
D. la configuration électronique de sa couche externe à l'état fondamental est :



E. la configuration électronique de sa couche externe dans un état excité peut être :

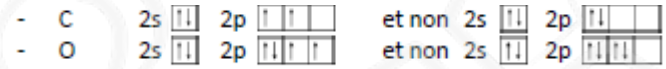


F. toutes les propositions précédentes sont inexactes

Ces deux items sont croisés de temps en temps dans les annales, nous vous invitons à vous référer au « II. / C et D » du cours sur les atomes si ces exercices vous posent problèmes.

Ils se basent sur la régle de **remplissage de Hund** pour l'état fondamental :

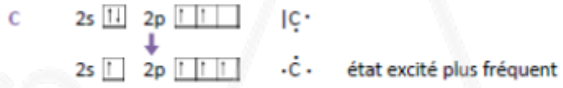
➔ Dans une sous-couche, les électrons se placent d'abord à raison d'un électron par orbitale avant de former des doublets



Et pour l'état excité :

➔ L'électron se déplace dans la couche externe, de son orbitale d'origine vers une autre orbitale de la même couche :

- 1 doublet se transforme en 2 électrons célibataires
- Plus rarement, 2 électrons célibataires forment un doublet



Les petits tips que nous pouvons vous donner :

- Le nombre d'électrons sur la couche externe est donné par le tableau périodique, ne vous embêtez pas à refaire l'échelle de Klechkowski !
  - Par contre attention, la formule de lewis du tableau est la plus fréquente et pas celle à l'état fondamental

LES QUESTIONS DE COURS :

1. A propos d'atomistique :

A. La charge du proton est égale en valeur absolue à celle de l'électron
B. l'essentiel de la masse d'un atome est contenue dans le noyau
C. deux atomes possédant un numéro atomique différent ne peuvent pas correspondre à un même élément
D. les isotopes du carbone, 12C et 13C ont le même nombre de protons et le même nombre de neutrons
E. les isotopes du carbone, 12C, 13C, ont le même nombre d'électrons
F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

Pour ces QCMs portant directement sur le cours, nous n'avons pas de méthode particulière à vous proposer. Il faut **apprendre les définitions** ! Bon courage à tous !

QCMS D'ENTRAINEMENT

QCM provenant des Conf classées :

QCM 1 : A propos de l'atome Ca (Z=20)

A. La répartition électronique de l'atome Ca est 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s2
B. La répartition électronique de l'atome Ca est 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 3d2
C. La répartition électronique de l'atome Ca est 1s2 2s2 2p6 2d10
D. La répartition électronique de l'ion Ca2+ est 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6
E. La répartition électronique de l'ion Ca2+ est 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 4s2 4p2
F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

QCM 2 : À propos de l'atome de Magnésium Mg et de l'ion Mg2+ :

A. La configuration électronique de l'atome de Mg est : 1s2 2s2 2p6 3s2
B. La configuration électronique de l'ion Mg2+ est : 1s2 2s2 2p6 3s2 3p2
C. Il appartient à la même colonne que Calcium (Z=20), ce sont des alcalino-terreux
D. La configuration électronique de sa couche externe à l'état excité est :



E. Il est plus électronégatif que le sodium
F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

QCM provenant des Annales :

QCM 3 : A propos de l'atome de phosphore P (Z = 15) :

A. Il appartient à la colonne V (ns^2np3) du tableau de classification périodique
B. La configuration électronique de sa couche externe à l'état fondamental est :



C. La configuration électronique de sa couche externe à l'état excité est :



D. La configuration électronique de sa couche externe à l'état excité est :



E. Il est moins électronégatif que l'atome d'azote N (Z = 7) et moins électronégatif que l'atome de soufre S (Z = 16)
F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

CORRECTION QCMS D'ENTRAINEMENT

QCM 1 : Réponse : **AD**

A. VRAI → Bien relire les explications du livret si vous avez un doute
B. FAUX
C. FAUX
D. VRAI
E. FAUX
F. FAUX

QCM 2 : Réponse : **ACE**

A. **VRAI**, le Magnésium fait partie des atomes que vous devez connaître ce qui vous permettait de retrouvez son numéro atomique Z=12.Pour déterminer sa configuration électronique on utilise la règle de Klechkowski.
B. **FAUX**, l'ion Mg^{2+} perd deux électrons sur sa couche externe, on obtient alors : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$
C. **VRAI**, il s'agit de la deuxième colonne du tableau périodique
D. **FAUX**, Faux, la configuration proposée est celle de l'état fondamental. A l'état excité, la règle de Hund n'est pas respectée et on a :



E. **VRAI**, le sodium Na est situé sur la même ligne que le magnésium Mg. Mg est à gauche de Na donc il est plus électronégatif, puisque l'électronégativité augmente de la droite vers la gauche.

QCM 3 : Réponses : **ADE**

A. **VRAI** : en effet, la configuration du Phosphore est : $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^3$. La couche externe est la 3, et correspond donc bien à la forme « ns2, np3 » de la couche V donc le phosphore appartient bien à la couche V
B. **FAUX** : A l'état fondamental, on respecte la règle de Hund et on place d'abord, auseind'unesous-couche, les électrons à raison d'un par orbitale avant de former des doublets
C. **FAUX** : voir item au-dessus, ici c'est la configurationà l'état fondamental avec les trois valences du Phosphore fondamental
D. **VRAI** : lePhosphore est pentavalent à l'état excité, car l'électron de l'orbitales vient se déplacer dans l'orbitale de la sous couche d de la couche 3
E. **VRAI** : Bien connaître les 3 premières lignes du tableau périodique des éléments
Dans une même ligne (àl'exception des gaz rares), plus un élément est à droite, plus il est électronégatif : le Soufre (16) est donc plus électronégatif que le Phosphore (15)…
Dans une même colonne, plus un élément est en haut, plus il est électronégatif : l'Azote (7) est donc plus électronégatif que le Phosphore (15)
F. **FAUX**

NOTES PERSONNELLES

LIAISONS CHIMIQUES

- Ces dix dernières années, le professeur Collin regroupe ce chapitre ainsi que le chapitre « réactivité en chimie organique » et il leur dédie 2 QCMs de chaque sujet. (QCMs 3 et 4)
- 3 QCMs types différents sont retrouvés, voici une méthode pour résoudre ceux qui vous posent problème.

QCMS DE COURS :

Le premier qcm reprend les définitions des différents types de liaisons / ruptures / effets (mésomères, inductifs). Il n'y a pas de technique miracle, il faut reprendre le cours et **apprendre les définitions**.

1. A propos des liaisons chimiques :

A. Une liaison σ est plus solide qu'une liaison π
B. Une liaison σ est plus polarisable qu'une liaison π
C. L'effet mésomère correspond à la transmission de la polarisation d'une liaison covalente le long d'une chaîne de plusieurs liaisons covalentes consécutives
D. La rupture homolytique d'une liaison chimique génère la formation de radicaux libres
E. La rupture hétérolytique d'une liaison chimique génère la formation d'ions
F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

Nb : comme c'est le cas ici (item DE), les questions portent également sur le chapitre « réaction en chimie organique »

QCM SUR LES HYBRIDATIONS/ CONFORMATIONS / EFFETS MESOMERES

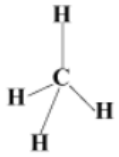
Ce sont des exercices pour lesquels il est nécessaire de bien connaître les parties du cours « II : orbitales, hybridation » et « III : effets stériques ».

La géométrie / conformation de la molécule

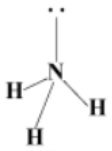
1. A propos de la molécule de phénol (C_5H_5OH) et de l'ion phénolate (C_6H_5O) :

A. L'atome d'oxygène du phénol est hybridé sp^2 et **présente une géométrie co-linéaire**
B. L'atome d'oxygène du phénol est hybridé sp^2 et **présente une géométrie en v**
C. Le **phénol possède 2 types de conformation (chaise et bateau)**
D. Le phénol possède 6 atomes de carbone **co-planaires** hybridés sp^2
E. L'ion phénolate est stabilisé par résonance
F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

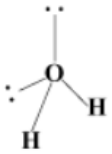
Molécules saturées (sans double liaison)



Tétraèdre



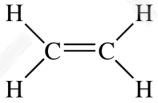
Pyramide



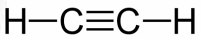
Structure en V
= coudée

→ Liaison **simple** = libre rotation/mobilité

Molécules insaturées (avec double ou triple liaison)



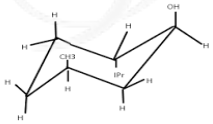
Géométrie
coplanaire



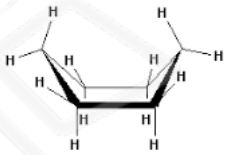
Géométrie
colinéaire

→ Liaison **double** ou **triple** = pas de libre rotation/rigidité

Molécules cycliques à 6 carbones saturés



Conformation
chaise



Conformation
Bateau

nb : les cycles aromatiques ne possèdent ni une conformation en chaise, ni en bateau, tous les atomes du cycle sont dans un même plan (dû aux 3 doubles liaisons).

💡 **Régle de Gillespi** : Tous les doublets liants et non-liants vont se localiser aussi loin que possible les uns des autres.

L'hybridation des carbones de la molécule

1. A propos de la molécule de phénol (C_5H_5OH) et de l'ion phénolate (C_6H_5O) :

A. **L'atome d'oxygène du phénol est hybridé sp^2** et présente une géométrie co-linéaire
B. **L'atome d'oxygène du phénol est hybridé sp^2** et présente une géométrie en v
C. Le phénol possède 2 types de conformation (chaise et bateau)
D. **Le phénol possède 6 atomes de carbone** co-planaires **hybridés sp^2**
E. L'ion phénolate est stabilisé par résonance
F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

Hybridations :

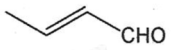
Deux méthodes simplifiées permettent de répondre au QCMs, (le cours vous permet quant à lui de comprendre l'intérêt de l'hybridation)

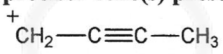
- Hybridation = $sp^{(\text{nb de liaison s + db non liant }) -1}$
- Hybridation = $sp^{(\text{nombre de dimension nécessaire pour définir la molécule, db non liants compris})}$

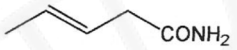
La stabilisation par résonnance = présence système conjugué

Soit il faut répondre a partir des formules développées/topologiques

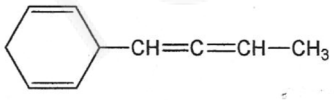
4. Parmi les entités chimiques suivantes, préciser celle(s) présentant un système conjugué :

A. 

B. 

C. 

D. 

E. 

F. toutes les propositions précédentes sont inexactes

Une stabilisation par résonnance (= système conjugué = forme mésomère limite) met toujours un jeu un **doublet d'électron π.**

⚠ Et parfois des db non liants et des charges, il faut donc commencer par dessiner la molécule AVEC les doublets non liants et les charges !

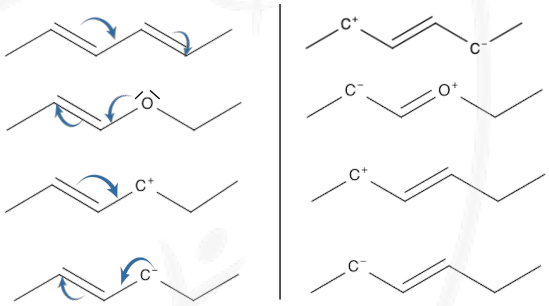
On trouve un doublet d'électron π avec un enchainement :

a. *db* π— C — liaison simple — C — *doublet* π

b. *db* π — C — liaison simple — C — *doublet non liant*

c. *db* π — C — liaison simple — C — *Charge (+)*

d. *db* π — C — liaison simple — C — *Charge (-)*



Il faut donc chercher un de ces 4 cas pour chaque molécule.

Soit à partir du nom des molécules

1. A propos de la molécule de phénol (C_6H_5OH) et de l'ion phénolate ($C_6H_5O^-$) :

A. L'atome d'oxygène du phénol est hybridé sp^2 et présente une géométrie co-linéaire

B. L'atome d'oxygène du phénol est hybridé sp^2 et présente une géométrie en v

C. Le phénol possède 2 types de conformation (chaise et bateau)

D. Le phénol possède 6 atomes de carbone co-planaires hybridés sp^2

E. **L'ion phénolate est stabilisé par résonance**

F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

Dans ce cas-là il est conseillé de **dessiner** la molécule ! puis de se référer à la première méthode

Nb : il peut vous paraitre difficile de dessiner les molécules, mais cela est revu en détail dans le chapitre suivant sur les molécules

QCMS D'ENTRAINEMENT

QCM provenant des Conf classées :

QCM 1 : À propos des liaisons chimiques :

A. Une liaison entre deux atomes d'électronégativité très différente s'appelle une liaison dative
B. Un composé de coordination (ou complexe) est obtenu avec des liaisons datives entre un anion central et des ions positifs
C. Une liaison métallique a lieu entre des atomes de même nature avec un nombre d'électrons inférieur à 3 au niveau de leur couche de valence
D. Les forces de Van der Waals peuvent modifier la température d'ébullition
E. Les forces de Van der Waals et les liaisons hydrogènes peuvent concerner deux groupements fonctionnels de la même molécule
F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

QCM 2 : A propos de la molécule de monoxyde de carbone :

A. Le carbone est hybridé sp2
B. Le carbone est dans son état excité
C. L'oxygène est hybridé sp2
D. L'oxygène est dans son état excité
E. La molécule possède 2 doublets non liants
F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

QCM provenant des Annales :

QCM 3 : A propos de la molécule d'urée (H2 N)2 CO :

A. Elle comporte 7 liaisons simples, 1 liaison double et 4 doublets non liants
B. Elle présente un système conjugué
C. La géométrie de l'environnement de l'atome de carbone est de type tétraèdre
D. La géométrie de l'environnement de chaque atome d'azote est de type pyramide
E. Elle est polaire
F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

CORRECTION QCMS D'ENTRAINEMENT

QCM 1 : Réponse : **CDE**

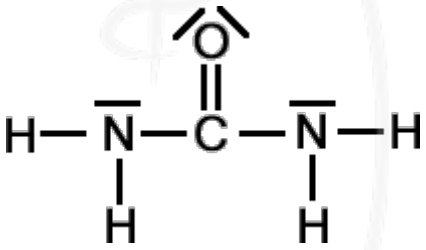
A. **FAUX** : une liaison ionique
B. **FAUX** : Des liaisons datives entre un cation central et des ions négatifs
C. **VRAI**
D. **VRAI**
E. **VRAI**
F. **FAUX**

QCM 2 : Réponse : **C**

A. **FAUX** : sp
B. **FAUX** : fondamental
C. **VRAI**
D. **FAUX** : fondamental
E. **FAUX** : 3 doublets non liants
F. **FAUX**

QCM 3 : Réponse(s) exacte(s) : **BDE**

A. **FAUX** : elle comporte 6 liaisons simples, 1 liaison double et 4 doublets non liants
B. **VRAI** : en effet on a les deux conditions nécessaires à la présence d'un système conjugué :
Premièrement : un point de départ (ici le doublet non liant de l'un des azotes)
Deuxièmement : un moyen de transmission (une alternance liaison simple/liaison double)



C. **FAUX** : le carbone possède une double liaison donc la géométrie du carbone et de ses liaisons est de type coplanaire. Une géométrie tétraédrique nécessite 4 liaisons simples
D. **VRAI** : en effet, avec 3 liaisons simples, la géométrie est pyramidale
E. **VRAI** : pour déterminer de manière rigoureuse si une molécule est polaire, il faut regarder si le barycentre des charges partielles positives est le même que le barycentre des charges partielles négatives (en d'autres termes si une symétrie n'annulerait pas la polarisation des liaisons). Ici les charges partielles négatives sont sur les N et O et les charges partielles positives sur le C et les H. On peut donc en conclure que les barycentres diffèrent.
Pour confirmer ce raisonnement, on peut par ailleurs penser au fait que l'urée est très soluble en milieu aqueux dans les urines (l'eau est polaire) et que par conséquent, l'urée est polaire
F. **FAUX**

NOTES PERSONNELLES

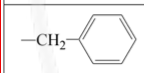
MOLECULES ET NOMENCLATURE

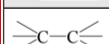
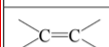
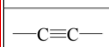
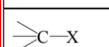
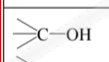
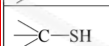
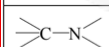
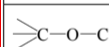
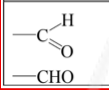
- Ces dix dernières années, deux QCMs de chaque sujet sont dédiés à ce chapitre.
- 2 QCMs types différents sont retrouvés.

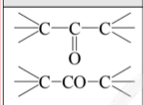
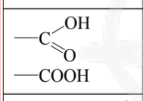
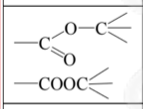
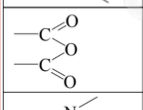
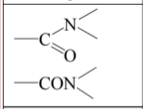
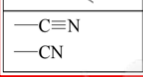
DEFINIR LES FONCTIONS D'UNE MOLECULE

Le premier exercice portera sur la reconnaissance des fonctions d'une molécule.

Voici une liste de la majorité des fonctions que vous rencontrez :
Il vous faudra apprendre toutes ces formules chimiques, et surtout leurs préfixes et suffixes pour la suite.

$-CH_3$	méthyle	Me
$-CH_2-CH_3$ $-C_2H_5$	éthyle	Et
$-CH_2-CH_2-CH_3$ $-C_3H_7$	propyle (normal)	n-Pr
$-CH(CH_3)_2$	isopropyle	iso-Pr
$-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	butyle (normal)	n-Bu
$-CH_2-CH(CH_3)_2$	isobutyle	iso-Bu
$-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$	butyle secondaire	sec-Bu
$-C(CH_3)_3$	tertiobutyle	t-Bu
	cyclohexyle	
	phényle	Ph
	benzyle	

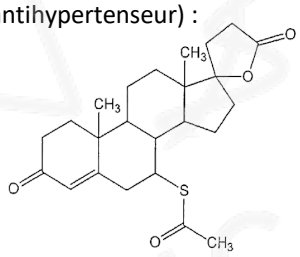
formule	fonction	préfixe	suffixe
	alcane		…ane …an…
	alcène		…ène …èn…
	alcyne		…yne …yn…
	halogéné	halogéno…	
	alcool	hydroxy…	…ol
	thiol	mercapto…	…thiol
	amine	amino…	…amine
	éther-oxyde	…oxy… oxyde de…	
	aldéhyde	oxo…	…al

formule	fonction	préfixe	suffixe
	cétone	oxo…	…one
	acide carboxylique	acide R…oïque	
	ester	Roate de R'yle	
	anhydride d'acide	anhydride Roïque	
	amide		…amide
	nitrile	cyano…	…nitrile

Exemple :

5. A propos de la molécule représentée ci-dessous (spironolactone, antihypertenseur) :

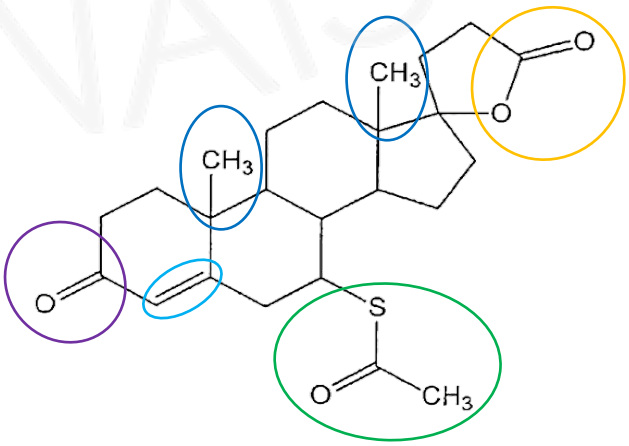
A. elle comporte une fonction thiol
B. elle comporte trois fonctions **cétone**
C. elle comporte un cycle aromatique
D. elle comporte une fonction **thioester**
E. elle comporte une fonction **lactone**
F. toutes les propositions précédentes sont inexactes



Nb : On vous conseille d'entourer et de nommer toutes les fonctions et groupements de la molécule.

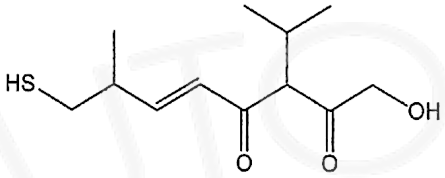
Dans ce cas précis :

- Une fonction **cétone**
- Une fonction **lactone : ester intra-cyclique**
- Une fonction **thioester**
- Une fonction **alcène**
- Deux groupements **méthyles**



NOMMER UNE MOLECULE

6. A propos de la dénomination (ne prenant pas en compte les configurations des éventuels carbones asvmétriques et doubles liaisons)de la molécule représentée ci-dessous :

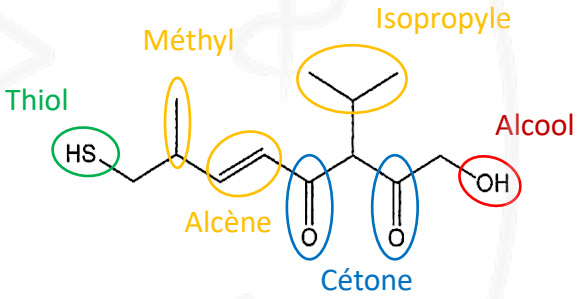


A. elle se nomme 6-isopropyl-2-méthyl-8-hydroxy-I-thiooct-3-ène-5.7-dione
B. elle se nomme 1-hydroxy-2-isobutyl-6-thiohept-4-ène-1.3-dione
C. elle se nommeacide 2-isopropyl-7-mercapto-6-méthyl-3-oxohept-4-ènoïque
D. elle se nomme 8-hydroxy-6-isobutyl-2-méthyl-5,7-dioxo-oct-3-ène-1-thiol
E. elle se nomme 1-hydroxy-3-isopropyl-8-mercapto-7-méthyloct-5-ène-2,4-dione
F. toutes les propositions précédentes sont inexactes

Définir les fonctions de la molécule

On définit toutes les fonctions et radicaux.

Puis on détermine **LA fonction principale** en fonction de l'ordre de priorité des fonctions. (Ici **Cétone**)



Acides carboxyliques > Ester > Amide > Nitrile > Cétone/aldéhyde > Alcool > Thiol > Amine > Ether-oxyde > Halogéné

Mnémotechnique *:*

- *Ah si **Carbo** (acide carboxylique) **était**(ester) une **amie**(amide), **note**(nitrile) **alors**(aldéhyde) que **ces**(cétone) **alcools**(alcool) **tiendraient**(thiol) nos **amis**(amine)*

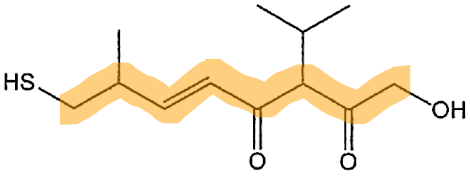
- ***Ac**compagne **Ester** dans **Amide** et dans le **ni**d, **aldéhyde** et **Cétone**, **Al**phonse et **Thi**bault **aim**ent **êt**re **allo**ngés*

Nb : S'il n'y a pas de fonction principale on prend les groupements fonctionnels, puis les liaisons insaturées et enfin les ramifications. On cherche un point de départ le plus important possible.

On définit ensuite la chaine carbonée

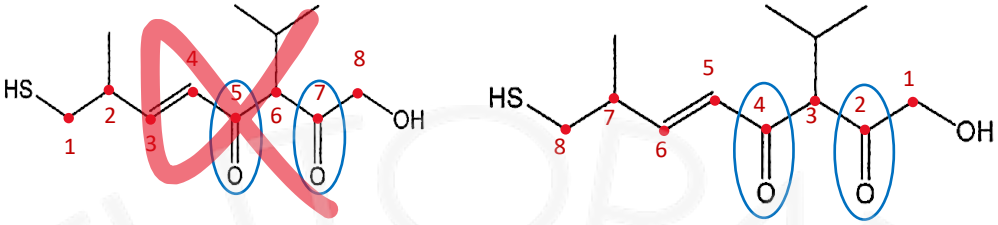
La plus longue possible

On cherche la chaine d'atome de carbone la plus longue possible, qui passe nécessairement par la fonction prioritaire, puis qui essaye de passer par le plus de fonctions supplémentaires possible.



Numérotation

On la numérote de telle sorte que la fonction principale ait le numéro le plus faible possible.



On construit le nom de la molécule

1. *Avec les préfixes/suffixes des groupements*
2. *Avec leur position dans la chaine carbonée*

Alcool -> **1 - Hydroxy -**

3 - Isopropyl -

Souffre -> **8 - Mercapto -**

7 - Méthyl

8 Carbone -> **OCT -**

5 - ÈNE -

Cétone

2,4 - di ONE

- **préfixe(s)** fonctions non prioritaires - **radicaux yle** ramifications → ordre alphabétique (≠ di, tri…)	+	désinence **nombre C** chaîne carbonée principale	+ désinence **-an -èn -yn**	+ **suffixe** fonction prioritaire (≠ X)

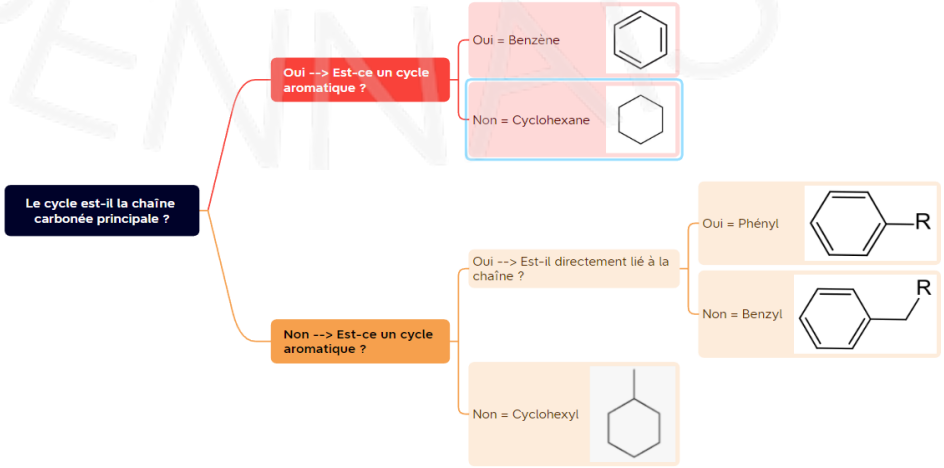
← précédés : 1) du n° entre tirets ↔ position
2) du préfixe quantitatif : di, tri..

On obtient alors le : 1-hydroxy-3-isopropyl-8-mercapto-7-méthyl**oct**-5-ène-2,4-dione

⚠ Pour la fonction nitrile :

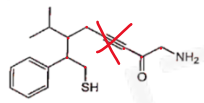
- Si elle est fonction principale : le C de la fonction nitrile est compté dans la chaîne carbonée
- Si elle est fonction secondaire : le C de la fonction nitrile n'est pas compté dans la chaîne carbonée

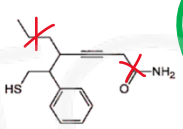
⚠ Pour les cycles :

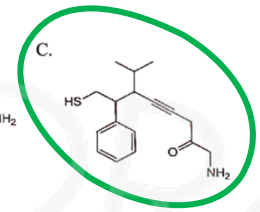


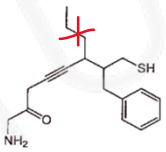
RETROUVER / DESSINER UNE MOLECULE

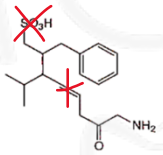
6. Le 1-Amino-6-isopropyl-8-mercapto-7-phenyl-oct-4-yn-2-one correspond à :

A. 

B. 

C. 

D. 

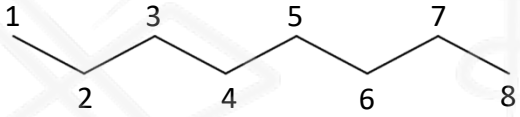
E 

F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

Définir la longueur de la chaine carbonée

*Ici **oct** donc molécule à 8 carbones.*

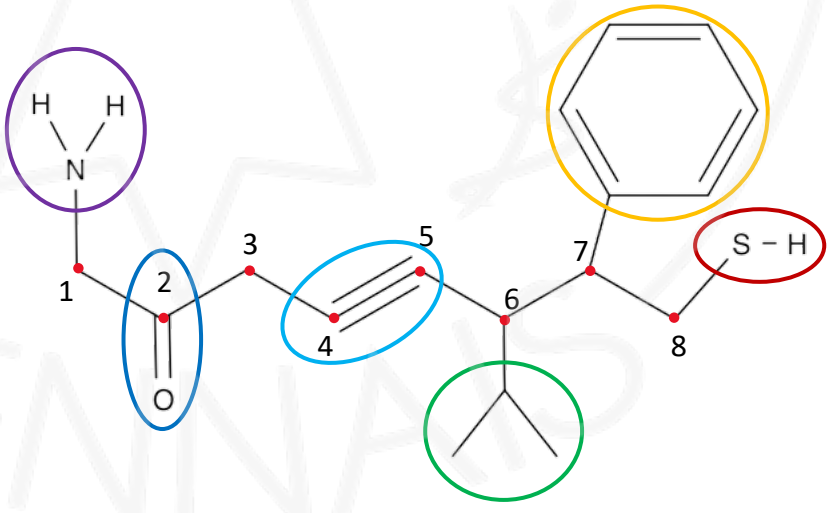
Qu'on numéro 1 à 8.



On ajoute les différentes fonctions à leur place

Ici on retrouve :

- *Amine en 1*
- *Isopropyl en 6*
- *Thiol en 8*
- *Phényl en 7*
- *Alcyne en 4*
- *Cétone en 2*

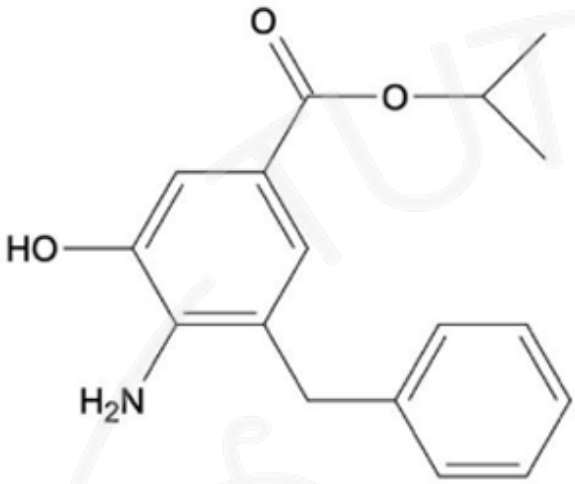


Il ne reste plus qu'à comparer les molécules pour en trouver une (ou plusieurs) identiques et réfuter les autres.

QCMS D'ENTRAINEMENTS

QCM provenant des Conf classées :

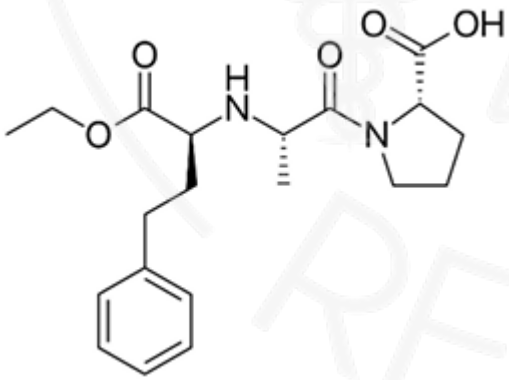
QCM 1 : À propos de la molécule suivante :



A. Elle se nomme acide 4-amino-5-hydroxy-3-benzyl-benzoïque
B. Elle se nomme 4-mercapto-5-hydroxy-3-benzyl-benzoate d'isobutyle
C. Elle se nomme 4-amino-3-hydroxy-5-benzyl-benzoate d'isopropyl
D. Elle se nomme 4-amino-5-hydroxy-3-cyclohexyl-phénoate d'isopropyl
E. Elle se nomme 4-amino-5-hydroxy-3-benzyl-benzoate d'isopropyl
F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

QCM provenant des Annales :

QCM 2 : A propos de la molécule représentée ci-dessous (énalapril, antihypertenseur) :

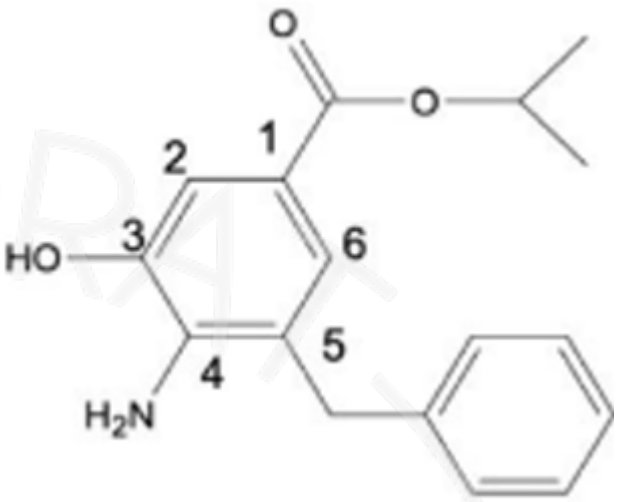


A. Elle comporte une fonction amide
B. Elle comporte une fonction éther-oxyde
C. Elle comporte un cycle aromatique
D. Elle comporte deux fonctions amine
E. Elle comporte une fonction cétone

CORRECTION QCMS D'ENTRAINEMENT

QCM 1 : Réponse : **C**

A. **Faux**
B. **Faux**
C. **Vrai**
D. **Faux**
E. **Faux**



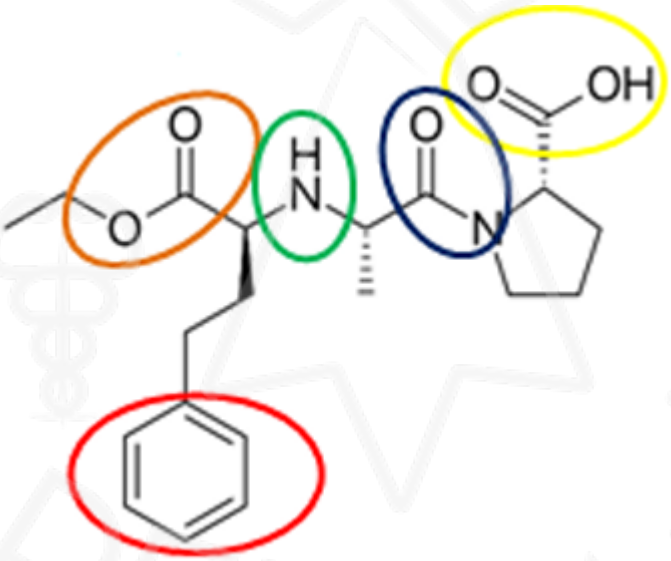
1) Ici la fonction principale est l'ester
2) on numérote la chaine carbonée à savoir le cycle
3) fonction auxiliaire : alcool, amine et benzyl

D'où : Elle se nomme 4-amino-3-hydroxy-5-benzyl-benzoate d'isopropyl

PS: on ne dit pas phénoate... car c'est une règle on considère que le carbone en plus du benzyl est celui de la fonction, pour info le phénoate, acide phénoique n'existe pas il s'agit à chaque fois d'acide benzoique, benzaldéhyde ...

QCM 2 : Réponse(s) exacte(s) : **AC**

A. **VRAI** : une fonction ester, amine secondaire, amide, acide carboxylique et un cycle aromatique



B. **FAUX** : une fonction ester
C. **VRAI** : le cycle à 4C ne possède pas de doubles liaisons
D. **FAUX** : un amide et une amine
E. **VRAI** : une fonction ester et une fonction acide carboxylique
F. **FAUX**

NOTES PERSONNELLES

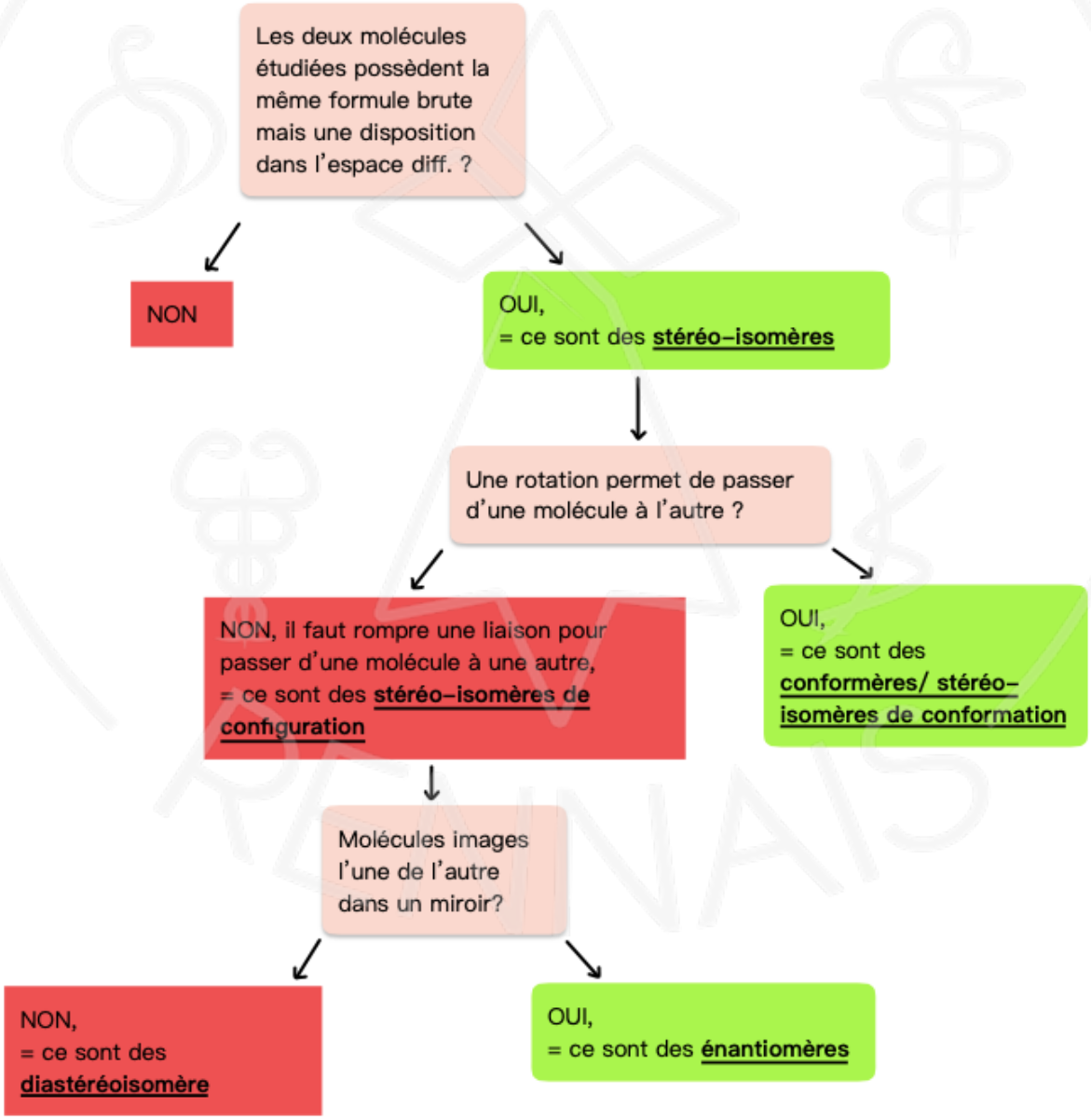
STEREOISOMERIE

- 2 à 3 QCMs sur le chapitre à l'examen
- 5 QCMs types différents

LES STEREO-ISOMERES

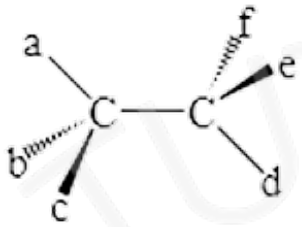
Définition : Même formule brute **et** développée, c'est la disposition des atomes dans l'espace qui est différente.

CARTE DECISIONNEL DES STEREOISOMERES



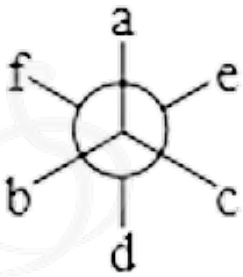
LES 3 MODES DE REPRESENTATION

CRAM



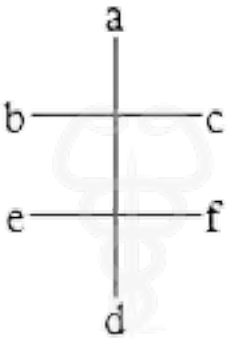
- Les traits simples sont dans le plan.
- Les traits en **pointillés** sont en arrière du plan.
- Les traits **gras** sont en avant du plan. `

Newman :



- La chaîne carbonée est dessinée perpendiculaire au plan, dans l'axe de vision et ses atomes de carbones apparaissent superposés.
- Les liaisons a,b,c en avant du rond sont en avant du plan, les liaisons e,d,f en arrière du rond sont en arrière du plan.

Fischer :



- La **chaîne carbonée** est dessinée verticalement, et les groupes sur la verticale pointent vers l'arrière de la feuille de papier. ⚠
- L'atome de carbone le **plus oxydé** est placé en haut.
- Les groupes sur **l'horizontale** pointent vers l'avant de la feuille de papier.

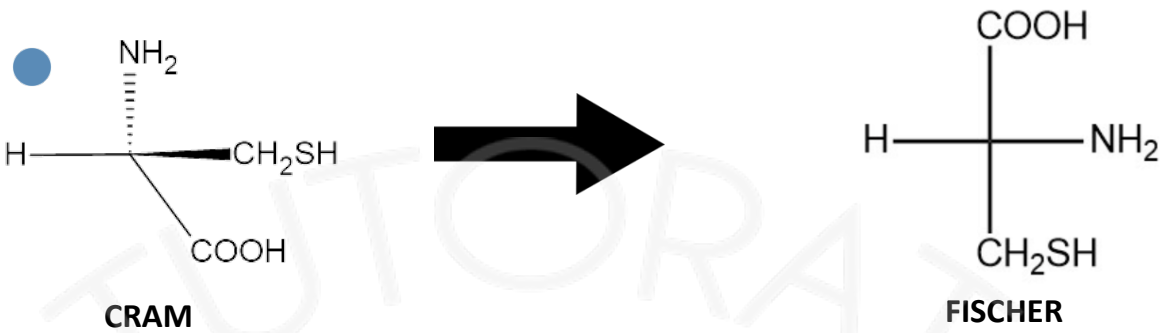
Nb : Ces trois modes de représentation représentent une seule et même molécule, il est important de savoir jongler entre ces représentations. Cela sera développé dans la partie suivante.

💡 **Rappel :**

- Isomère de **position** (mêmes fonctions avec des positions différentes) :
  - Mêmes propriétés chimiques MAIS propriétés physique différentes

- Isomère de **fonctions** (fonctions différentes) :
  - Propriétes chimiques ET physiques différentes

Passer d'une représentation CRAM à FISCHER

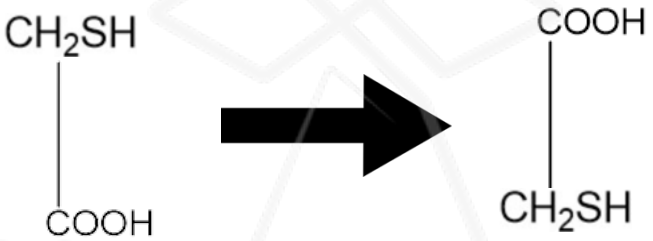


CRAM **FISCHER**

*Définition de la représentation de Fischer : les liaisons verticales correspondent à la chaîne carbonée dans le plan, les liaisons horizontales correspondent aux substituants en **AVANT** du plan. (Vision depuis le point bleu).*

Étape 1 : Déterminer la partie verticale :

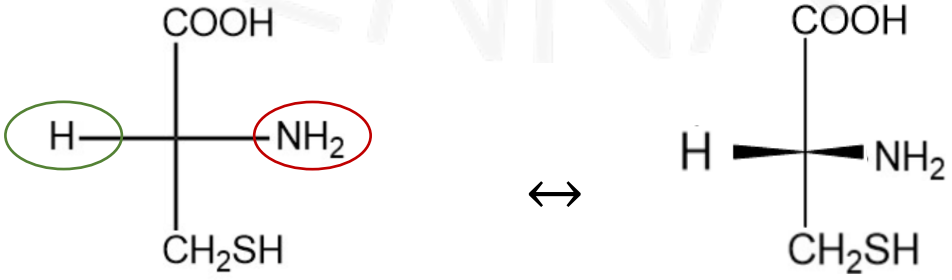
- La partie verticale correspond à la chaîne carbonnée la plus longue, dans le cas de la molécule en Cram ci-dessus, cela correspond aux liaisons qui relient le COOH et le CH_2SH au carbone central.
- On obtient ainsi la partie verticale de la représentation de Fischer, ainsi représentée :



Néanmoins, il faut la retourner de façon à ce que le groupement le plus oxydé soit situé en haut (dans le cas ci-dessus le -COOH), ce qui doit TOUJOURS être le cas en représentation de Fischer.

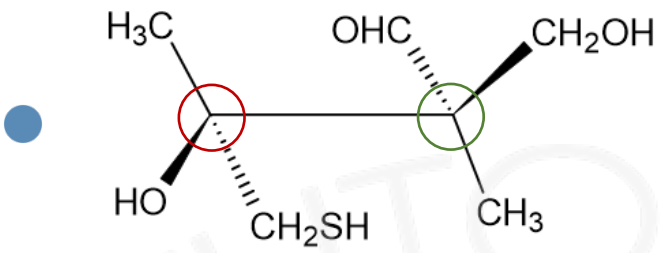
Étape 2 : Déterminer la partie horizontale :

- Au niveau de la représentation CRAM, se positionner de telle sorte que les liaisons de la chaîne carbonée soient dirigées en arrière, et que les autres liaisons viennent vers vous (au niveau du point bleu).
- La liaison en arrière du plan se retrouve à droite du -COOH sur la représentation de Fischer et celle dans le plan à gauche. C'est ainsi que l'on obtient, la représentation finale de Fischer :

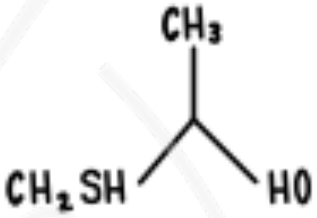


Cette méthode vous permettra de déterminer si les molécules sont de configuration L ou D (voir plus loin).

Passer d'une représentation CRAM à NEWMAN

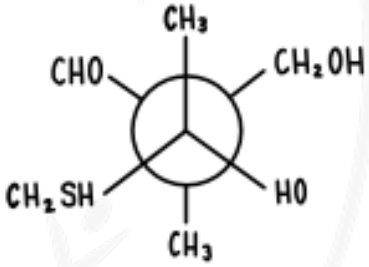


- Par rapport à la configuration en CRAM, se positionner de telle sorte à ce que notre regard se place dans l'axe de la liaison qui unit les 2 carbones asymétriques (au niveau du point bleu de la molécule ci-dessus).
- De ce point de vue, on va pouvoir observer 3 liaisons autour de notre carbone asymétrique : 1 en haut et 2 en bas. On les positionne ainsi sur la représentation de Newman.



Ces liaisons correspondent aux ramifications du premier carbone asymétrique (entouré en rouge sur la représentation de Cram).

- On poursuit en positionnant les ramifications du deuxième carbone asymétrique entouré en vert sur la représentation de Cram. Cela représente ainsi à nouveau 3 liaisons : 2 en haut et 1 en bas. On les positionne en arrière des liaisons déjà positionnés sur la représentation de Newman, comme ici :



- Cette méthode pourra vous être utile pour déterminer si deux molécules sont des **conformères**.

RESOLUTION D'EXERCICES TYPES

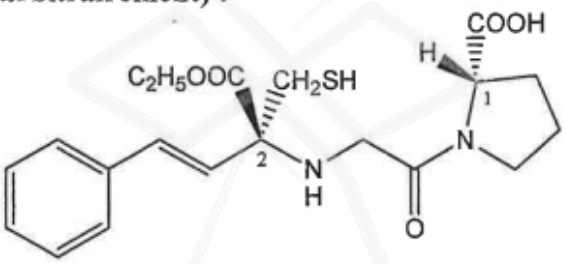
Dans cette partie, vous trouverez des méthodes qui vous permettront de résoudre les exercices types qui tombent chaque année au concours.

Déterminez le nombre de stéréoisomères de configuration

Ce type d'exercice tombe assez fréquemment au concours, mais pas toujours sous cette forme.

- Le professeur peut soit vous demander de trouver le nombre de stéréoisomères de configuration sur une molécule complexe comme ici.
- Soit, vous donnez le nom d'une molécule que vous pourrez représenter grâce à vos connaissances de nomenclature, et vous devrez par la suite trouver aussi le nombre de stéréoisomères de configuration.

8. A propos de la molécule représentée ci-dessous (analogue de l'énalapril, antihypertenseur) (dont les carbones sont numérotés arbitrairement) :



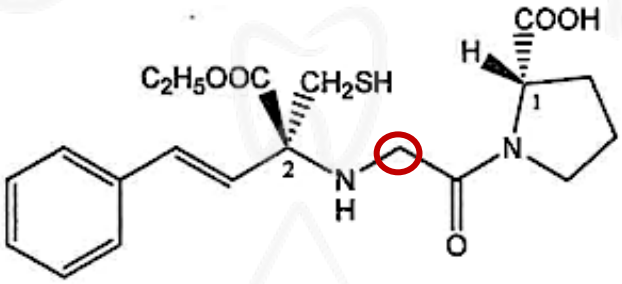
A. elle possède 4 stéréoisomères de configuration
B. elle possède 6 stéréoisomères de configuration
C. elle possède 8 stéréoisomères de configuration
D. le carbone asymétrique C1 est de configuration S
E. le carbone asymétrique C2 est de configuration S
F. toutes les propositions précédentes sont inexactes

Étape 1 : Déterminer le nombre de carbones asymétriques

Rappel : Un carbone asymétrique (= une molécule chirale) est un carbone qui comporte 4 substituants différents.

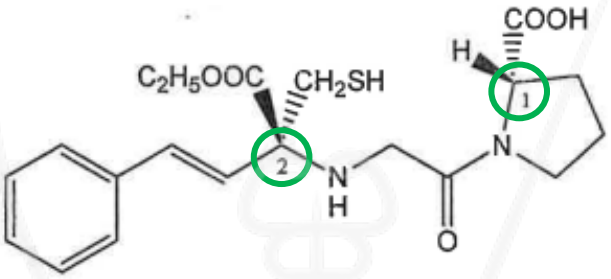
Par élimination, ne peut pas être carbone asymétrique tout carbone qui :

- Comprend une double liaison
- Ne comprends que deux liaisons en écriture topologique (car 2 atomes d'hydrogènes)
- Comprends deux fois le même substituant (comme le carbone entouré en rouge sur la molécule ci-dessous (2 atomes d'Hydrogène)



Si le carbone est compris dans un cycle il ne peut être asymétrique que si relié à 4 substituant différent, c'est à dire que le cycle n'est pas symétrique.

Au final on doit trouver que cette molécule comporte 2 carbones asymétriques, ici entouré en vert :

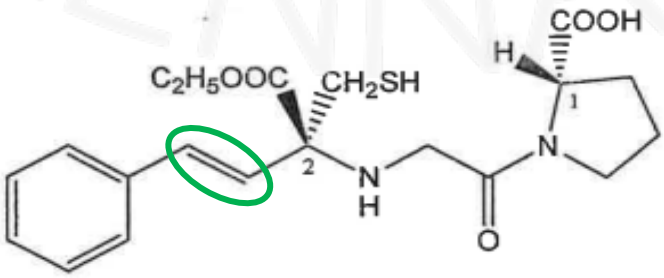


Astuce : Il est important lorsque vous recherchez si le carbone est asymétrique de ne pas s'arrêter au premier atome après la liaison mais de regarder aussi à quels atomes est relié le substituant, même si cela implique d'aller 2 ou 3 liaisons plus loin.

Etape 2 : Déterminer le nombre de doubles liaisons

On compte les doubles liaisons capables d'adopter **plusieurs configurations spatiales** *(liaison Z/E)*, dans le cas des molécules étudiées dans nos QCM on aura souvent affaire à des doubles liaisons **C=C**.

- *Nb : Les doubles liaisons dans des cycles ou C=O sont exclues car elles ne peuvent adopter qu'une seule position dans l'espace.*



> Il existe au sein de cette molécule une seule double liaison de ce type, celle entourée en vert ci-dessus.

Étape 3 : Calculer le nombre de stéréoisomères de configurations

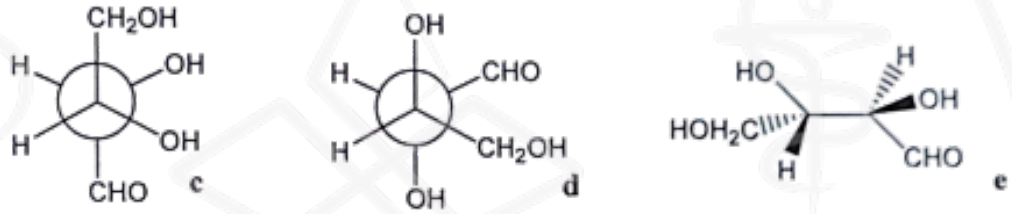
Il ne nous reste plus qu'à utiliser la formule suivante, en utilisant les informations que nous avons trouvé auparavant :

Nbr de stéréoisomérie de configuration = $2^{\text{nbr de carbones asymétriques + doubles liaisons asymétriques}}$

C'est ainsi que l'on trouve 8 stéréoisomères de configuration soit l'item C

Déterminer la configuration R/S

9. A propos des monosaccharides c,d et e :



A. c et d sont énantiomères
B. c et d sont diastéréoisomères
C. c et e sont conformères
D. c et e sont énantiomères
E. c et e sont diastéréoisomères
F. toutes les propositions précédentes sont ii

La méthode qui va nous permettre de déterminer la configuration R/S d'un carbone asymétrique va dépendre du mode de représentation de la molécule.

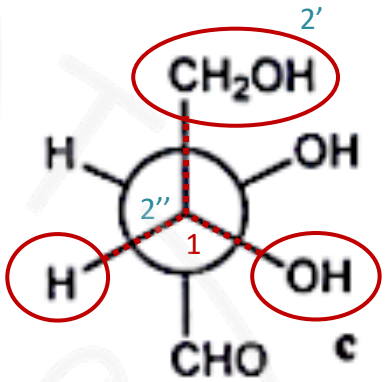
Dans l'exercice ci-dessus, on a deux molécules en Newman et une molécule en Cram

Déterminer la configuration R/S des carbones asymétriques en avant du plan, en configuration de Newman

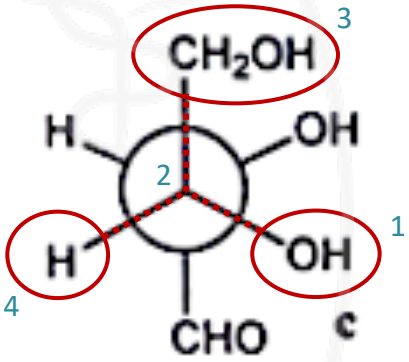
1. Numérotation des substituants

On commence par le carbone asymétrique n°1 situé en avant du plan et à ses substituants.

- On va classer ses 4 substituants selon une règle bien précise, celle de **Cahn-Ingold-Prelog**. Cela signifie qu'on va les classer selon leur numéro atomique (= Z). *Le numéro 1 sera celui avec le plus grand numéro atomique. Pour définir cela, il nous faut utiliser le tableau périodique.*

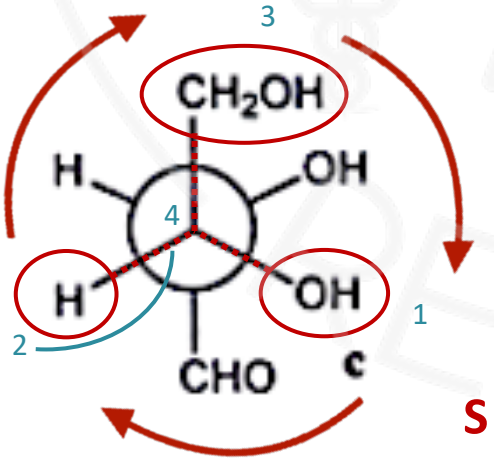


- Si notre carbone asymétrique est directement lié à deux atomes de même nature *(ici le carbone).* On fait la liste de priorité de chacun de leurs substituants respectifs. Puis on compare ces deux listes.
  - 2' : OH puis H puis H
  - 2'' : OH puis CHO puis H -> le 2'' sera donc prioritaire
    - *Nb : on parle ici du carbone à l'arrière-plan.*



2. Nommer le carbone asymétrique R ou S

Après avoir numéroté les substituants, on vérifie que le substituant numéro 4 se situe bien en arrière du plan. Si ce n'est pas le cas, on échange le numéro du substituant en arrière du plan avec le numéro 4. Pour la molécule ci-dessus :



- On trace des flèches suivant l'ordre (1 → 2 → 3) que nous avons établi entre les différents substituants.

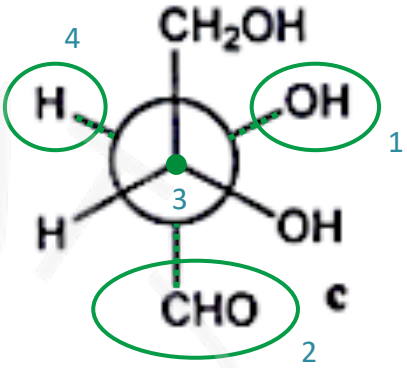
Sens des aiguilles d'une montre → **Rectus = R**
Sens inverse des aiguilles d'une montre → **Sinister = S**

Point clé de la méthode : Dans le cas ou notre substituant le plus faible n'était **PAS** en arrière du plan, on **inverse** notre sens de rotation final !

Dans le cas de notre molécule, cela tourne bien dans le sens des aiguilles d'une montre (sens Rectus). N**éanmoins** en premier lieu le substituant numéro 4 n'était **pas** en arrière du plan donc on **inverse** le sens. *Ainsi le carbone asymétrique est de configuration **Sinister**.*

Sous-étape 2 : Déterminer la configuration R/S du carbone à l'arrière-plan en Newman

On poursuit en se concentrant sur le carbone asymétrique en arrière du plan que l'on considérera comme le carbone numéro 2, avec ses substituants entourés en vert.

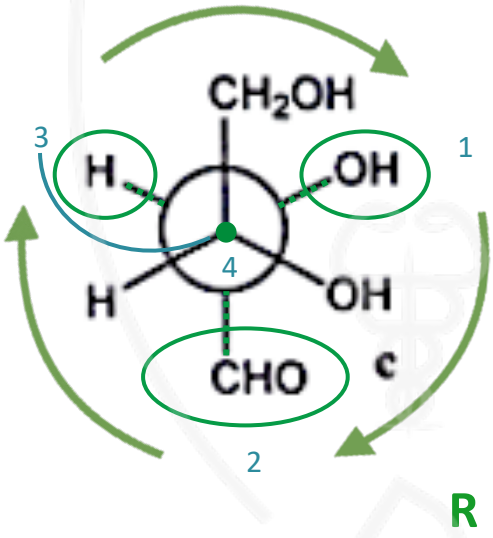


- On suit la même logique que pour le carbone rouge en numérotant ses substituants en fonction de substituants grâce à leur numéro atomique (règle de Cahn-Ingold-Prelog) :

On se retrouve ici avec CHO en substituant numéro 2.

- En effet, on regarde les substituants **liaison par liaison**. On considère donc que le carbone du CHO est lié deux fois à un atome d'oxygène (une fois par liaison = une liaison double donc deux liaisons).
- Autrement dit, **un atome avec une double liaison C=O prévaut sur un carbone qui ne comprend qu'une liaison simple pour un substituant identique.** ⚠

Encore une fois notre substituant n°4 n'est pas situé au centre, on l'échange donc avec celui qui y est situé. Dans le cas ci-dessus, avec le substituant n°3, on obtient donc :



R

- On trace de nouveau nos flèches.
- On peut voir que le sens est bien celui des aiguilles d'une montre (RECTUS).
  - Mais initialement le substituant n°4 n'était pas à la bonne position. On échange donc une fois le sens → (Sinester)
  - Cependant : comme on s'intéresse au carbone central en arrière du plan, on inverse à nouveau le sens → (Rectus)

> Point clé de la méthode en **Newman :** Lorsque qu'on détermine le sens du carbone central en arrière du plan, on inverse une fois de plus le résultat.

ATTENTION : En Newman bien marquer la différence entre le carbone asymétrique **en avant** du plan et celui **en arrière** du plan en ce qui concerne la configuration R/S (variante).

Cette molécule c est donc de configuration : **S R**

On recommence de même pour la molécule d, et on trouve une configuration : **R S**

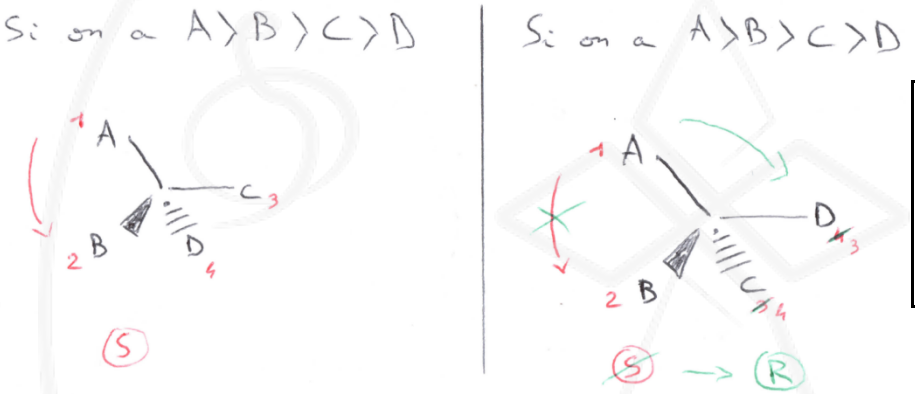
DISTINGUER R/S POUR TOUTES LES CONFIGURATIONS RAPIDEMENT

Rappel :

R = sens des aiguilles d'une montre (R pour "**R**ight" si ça vous aide …)
S = sens inverse des aiguilles d'une montre

Pour une molécule en CRAM :

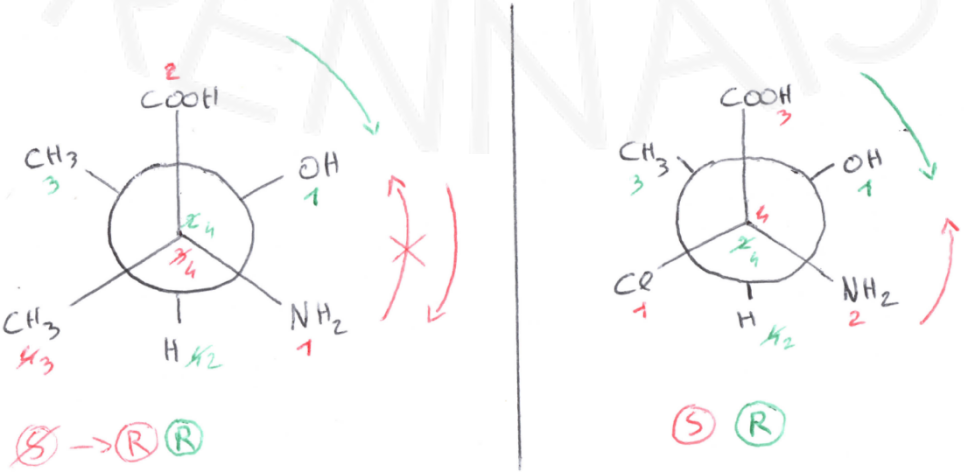
1. Classer les différents substituants en fonction de leur numéro atomique *(pour ne pas s'embrouiller, ne pas hésiter à refaire le tableau périodique sur un brouillon)*
2. Mettre le substituant avec le plus petit numéro atomique *(noté 4)* **en arrière** :
   - S'il y est déja : on tourne en comptant dans l'ordre 1,2,3 …
   - S'il n'y est pas déjà : on inverse les numéros entre le substituant avec le plus petit numéro atomique et celui qui est en arrière, puis on tourne en comptant dans l'ordre 1,2,3 … Sauf qu'il faudra inverser le sens trouvé ⚠



Rappel :
- Un triangle **plein** signifie que l'atome est en avant du plan
- Un triangle **en pointillé** signifie que l'atome est en arrière du plan

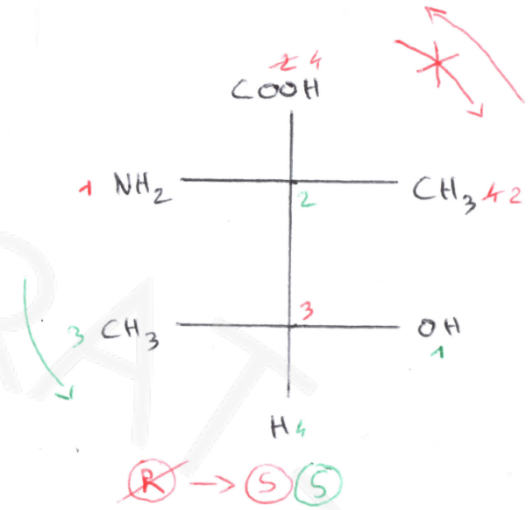
Pour une molécule en Newman :

1. Classer les différents substituants en fonction de leur numéro atomique *(pour ne pas s'embrouiller, ne pas hésiter à refaire le tableau périodique sur un brouillon)*
2. Mettre le substituant avec le plus petit numéro atomique *(noté 4)* **au milieu** :
   - S'il y est déja : on tourne en comptant dans l'ordre 1,2,3 …
   - S'il n'y est pas déjà : on inverse les numéros entre le substituant avec le plus petit numéro atomique et celui qui est au centre
     → Si on a échangé les numéros, et qu'il s'agit du C* avant, on inverse le sens trouvé ⚠
     → S'il s'agit du C* arrière, on n'inverse pas le sens.



Pour une molécule en Fisher :

1. Classer les différents substituants en fonction de leur numéro atomique *(💡 pour ne pas s'embrouiller, ne pas hésiter à refaire le tableau périodique sur un brouillon)*
2. Mettre le substituant avec le plus petit numéro atomique *(noté 4)* **aux extrémités** :
   - S'il y est déja : on tourne en comptant dans l'ordre 1,2,3 …
   - S'il n'y est pas déjà : on inverse les numéros entre le substituant avec le plus petit numéro atomique et celui qui est aux extrémités, puis on tourne en comptant dans l'ordre 1,2,3 … Sauf qu'il faudra inverser l'ordre trouver ⚠️

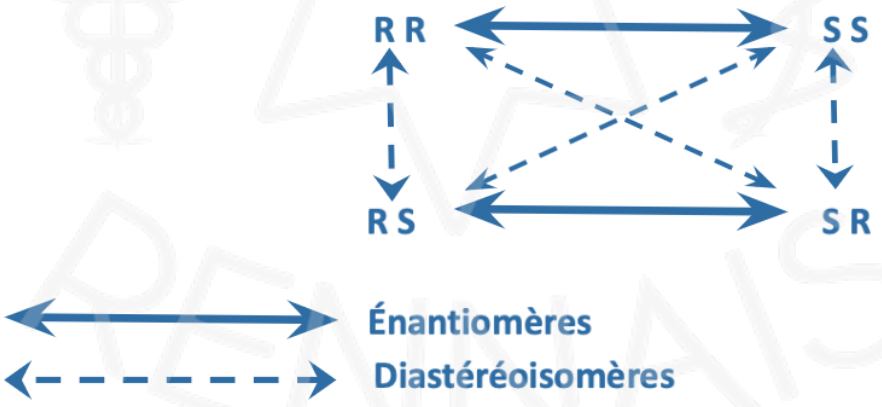


→ Ne pas hésiter à numéroter sur sa feuille l'ordre des substituants avec deux couleurs différentes pour ne pas s'embrouiller au moment de compter 💡

→ Si vous avez un doute sur la numérotation des substituants n'hésitez pas à aller voir le dossier "Méthode R/S" dans la section bonus des tuteurs, qui vous réexplique la méthode.

Distinguer énantiomères / diastéréoisomères / conformères

La configuration R/S des deux premières molécules va nous permettre de savoir si elles sont diastéréoisomères ou énantiomères. Tout cela grâce à un simple schéma à connaitre **par cœur** :

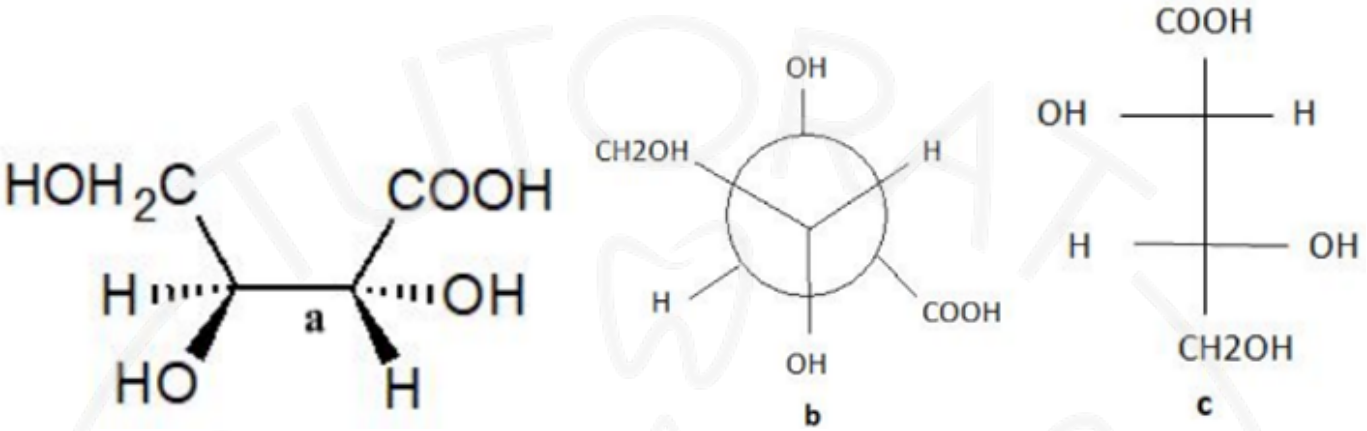


La première molécule est de configuration **SR** et la deuxième molécule est de configuration **RS**, ainsi selon le schéma les molécules c et d sont des **énantiomères**. *Une des bonnes réponses est l'**item B**.*

QCMS D'ENTRAINEMENT

QCM provenant des Conf classées :

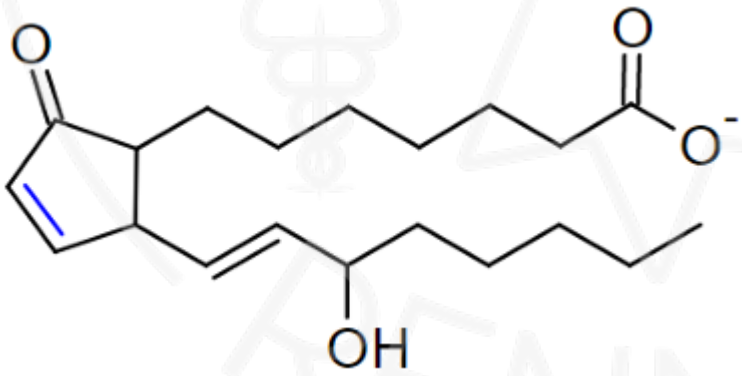
QCM 1 : À propos de ces molécules :



A. a et b sont énantiomères
B. a et b sont diastéréoisomères
C. b et c sont diastéréoisomères
D. a et c sont énantiomères
E. a et c sont conformères
F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

QCM provenant des Annales :

QCM 2 : A propos de la molécule représentée ci-dessous (prostaglandine A1) :



A. Elle comporte 2 carbones asymétriques
B. Elle comporte 3 carbones asymétriques
C. Elle possède 4 stéréoisomères de configuration
D. Elle possède 8 stéréoisomères de configuration
E. Elle possède 16 stéréoisomères de configuration
F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

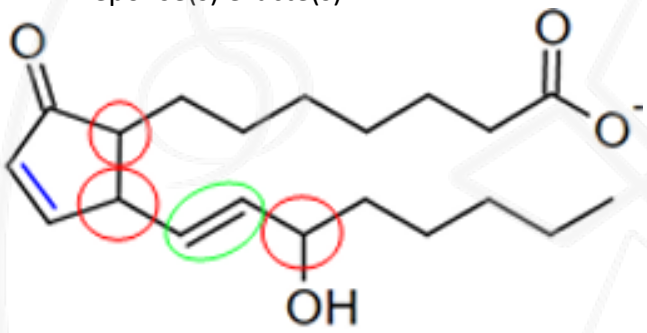
CORRECTIONS QCMS D'ENTRAINEMENT

QCM 1 : Réponse : **BCD**

→ Molécule a = S/R
→ Molécule b = R/R
→ Molécule c = R/S

A. **FAUX**
B. **VRAI**
C. **VRAI**
D. **VRAI**
E. **FAUX**
F. **FAUX**

QCM 2 : Réponse(s) exacte(s) : **BE**



A. **FAUX**
B. **VRAI** : on a ici 3 carbones asymétriques (représentés en rouge sur le schéma). Un carbone asymétrique est un carbone possédant 4 liaisons simples avec 4 substituants différents
C. **FAUX**
D. **FAUX**
E. **VRAI** : nombre de stéréoisomères de configuration = $2^{\text{carbones asymétriques + doubles liaisons à isomérie}}$
Donc avec 3 carbones asymétriques et 1 liaison double permettant de l'isomérie (hors cycle) :
$2^{3+1} = 2^4 = 16$
F. **FAUX**

NOTES PERSONNELLES

TEMPERATURE D'EBULLITION ET SOLUBILITE

TEMPERATURE D'EBULLITION

Approche imagée du cours

La température d'ébullition (et de fusion) dépend de la **quantité d'énergie** qu'il est nécessaire d'apporter à un milieu pour le faire changer d'état. Le passage de l'état liquide à gazeux (ébullition) signifie que les molécules vont s'écarter les unes des autres. On va donc s'intéresser à ce qui maintient les molécules **unies** entre elles.

La taille de la chaine carbonée (le nombre d'atome de carbone) :



La température d'ébullition augmente avec le poids moléculaire, et donc avec une augmentation de la taille de la chaine carbonnée.

Imaginez des spaghettis cuites, il est difficile de les séparer, à l'inverse si on les coupe en morceaux, alors il est beaucoup plus facile de les individualiser.

La forme de la chaine carbonée :



À nombre d'atome de carbone équivalent, **la température d'ébullition diminue avec le degré de ramification.**

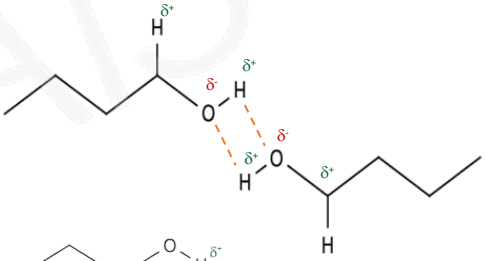
En effet, plus il y a de ramifications, et moins la chaine carbonée principale est longue pour un même nombre d'atome de carbone. On peut alors reprendre l'exemple des pâtes : les spaghettis cuites seront plus compliqués à séparer que les farfalles

Fonction principale, sa position :

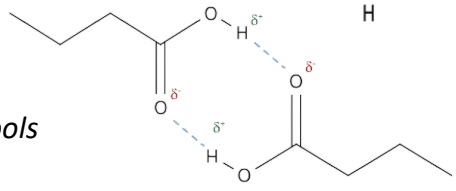
Certaines **fonctions** vont lier les différentes molécules entre elles, avec notamment des liaisons faibles (de Van der Walls et Hydrogènes). Elles **vont donc augmenter ou diminuer la température d'ébullition.**

Si on reprend nos spaghettis, des spaghettis qui collent (qui trainent dans le frigo depuis trois jours), seront plus compliquées à séparer que des spaghettis fraiches…

- Les groupements **alcools** font des liaisons hydrogènes :
  - *Ils seront donc plus compliqués à séparer que des alcanes à nombre de carbone équivalent.*



- De même pour les **acides carboxyliques** forment des dimères stables par ponts hydrogènes :
  - *Ils auront une température d'ébullition supérieur aux alcools*



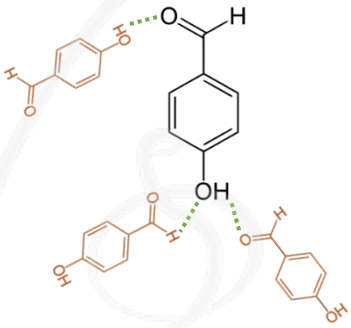
Ajout de groupement

Ajouter un groupement quel qu'il soit va dans la majorité des cas augmenter la température d'ébullition pour une des raisons précédemment citées. *Cependant, il existe un cas particulier ou l'ajout (ou la variation de position) d'un groupement peut diminuer la température d'ébullition, l'exemple est ci-dessous.*

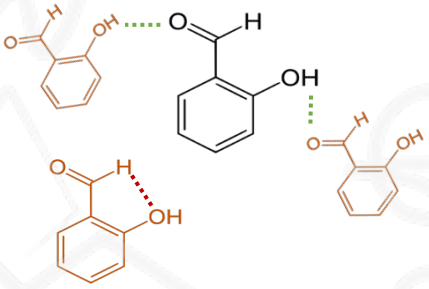
> A. le 4-hydroxybenzaldéhyde possède une température de fusion supérieure à celle du 2-Hydroxybenzaldéhyde

Dans ce cas particulier, la chaine carbonée est identique, la fonction principale également, les groupements accessoires le sont aussi identiques, seule la position des groupements varie.

Dans ce dernier cas, on s'intéresse à la géométrie de nos deux molécules.



Présence de liaisons faibles **inter**moléculaires seulement



Présence de liaisons faibles **inter**moléculaires, MAIS aussi de liaisons faibles **intra**moléculaires.

*Nb, la capacité de liaison est saturable, à chaque fois qu'une liaison **intra**moléculaire à lieu, cela empêche deux liaisons **inter**moléculaires d'avoir lieu*

Conclusion – échelle de température d'ébulition

Alcène < **Alcane <<** Aldéhyde, cétone < Thiol, Amine, dérivés halogénés < Cétone **<<Alcool << Acide Carboxylique**

Ex : avec trois atomes de carbones : Propène (-48°C) < Propane (-42°C) < Propanal (49°) < Acétone (56°) < Éthanethiol (68°) < Éthanol (97°) < Acide Éthanoïque (141°)

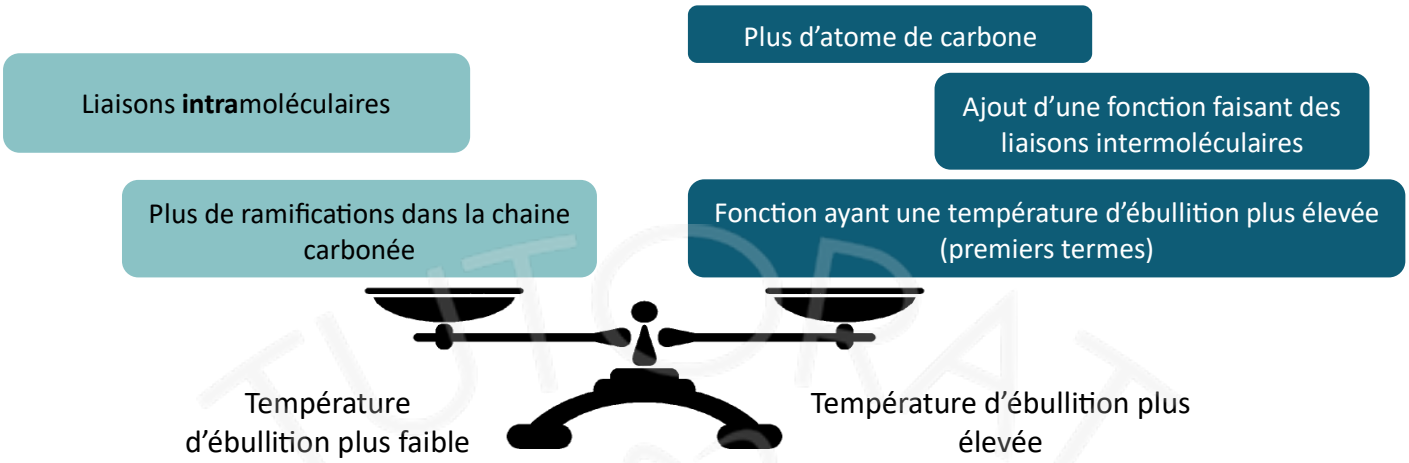
Exercices types

Les QCMs se présentent de deux manières différentes mais l'exercice est le même, il s'agit de comparer les températures de changement d'état de deux composés organiques.

> 9. Le **propanal** :
> A. Possède une température d'ébullition supérieure à celle du **propane**
> B. Possède une température d'ébullition supérieure à celle de **l'acétaldéhyde**
> C. Possède une température d'ébullition supérieure à celle du **2,3-dihydroxypropanal**

Résolution : On cherche la différence entre notre **molécule de référence**, et notre **molécule comparée**

A. Différence de **fonction** : alcane vs aldéhyde équivalent
B. Différence de **longueur de chaine** : propanal (3 Carbones) vs acétaldéhyde (2 Carbones)
C. **Ajout de groupement** : ajout OH -> + liaisons -> température EB plus élevée



SOLUBILITE DES COMPOSES ORGANIQUES

Il existe également deux présentations différentes mais cela correspond toujours au même exercice. La question est de savoir si on est face à un **composé soluble** = pour lequel **l'eau est un bon solvant** = si le composé est **polaire**.
(Et de densité comparable, si la densité est trop différente, alors les composés seront insolubles).

10. A propos de l'hydrosolubilité des composés organiques :

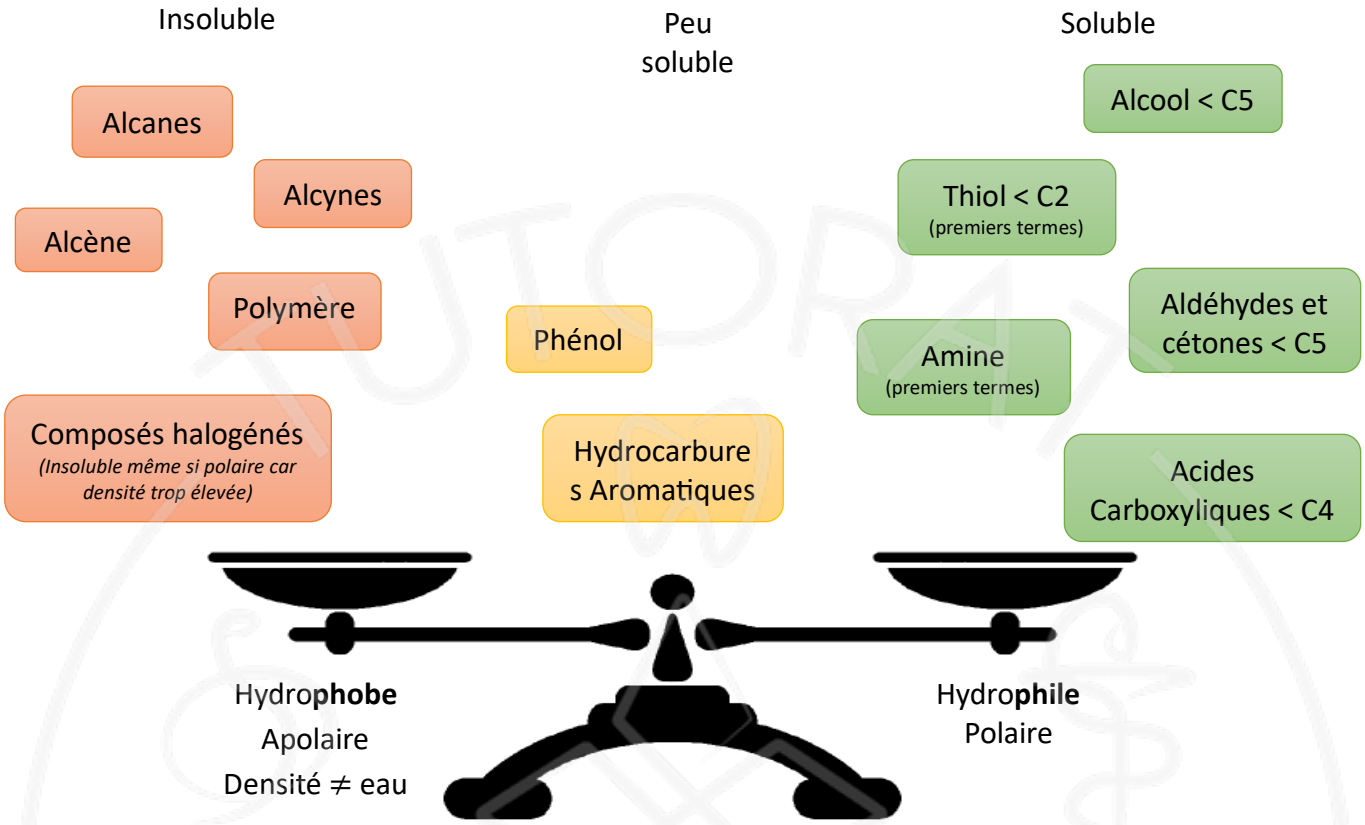
A. Le **polystyrène** se solubilise facilement dans l'eau
B. Le **bromobenzène** se solubilise facilement dans l'eau
C. Le **D-glucose** ((2R, 3S, 4R, 5R)-2,3,4,5,6-pentahydroxyhexanal) se solubilise facilement dans l'eau
D. La **sérine** (acide 2-amino-3-hydroxypropanoïque) se solubilise facilement dans l'eau
E. L'**acide décanoïque** se solubilise facilement dans l'eau
F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

10. L'eau

A. est un bon solvant du **pentane** (le pentane se solubilise facilement dans l'eau)
B. est un bon solvant du **2-bromopentane** (le 2-bromopentane se solubilise facilement dans l'eau)
C. est un bon solvant du **polyéthylène** (le polyéthylène se solubilise facilement dans l'eau)
D. est un bon solvant de l'**hexanal** (l'hexanal se solubilise facilement dans l'eau)
E. est un bon solvant du **D-fructose** ((3S, 4R, SR)-1,3,4,5,6-pentahydroxyhexan-2-one) (le D-fructose se solubilise facilement dans l'eau)
F. toutes les propositions précédentes sont inexactes

De la même manière que pour la température d'ébullition, on va avoir des groupements qui favorisent la solubilité, et d'autres qui l'empêchent. Voici un résumé des composés polaires ou non.

Nb : les glucides sont solubles dans l'eau grâce aux nombreuses fonction alcool.
Nb : les acides aminés peuvent être solubles ou non en fonction de leurs structures (et on ne va pas avoir les mêmes normes que dans le cours de biochimie).



QCMS D'ENTRAINEMENT

QCM provenant des Conf classées :

QCM 1 : À propos de l'acide formique :

A. Sa température d'ébullition est supérieure à celle de l'acide acétique
B. Sa température d'ébullition est inférieure à celle de l'acide propanoïque
C. Sa température d'ébullition est supérieure à celle du méthanol
D. Sa température d'ébullition est inférieure à celle du méthanamine.
E. Il est soluble dans l'eau
F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes.

QCM provenant des Annales :

QCM 2 : Le propanal :

A. Possède une température d'ébullition supérieure à celle du propane
B. Possède une température d'ébullition supérieure à celle de l'acétaldéhyde
C. Possède une température d'ébullition supérieure à celle du 2,3-dihydroxypropanal
D. Est plus soluble dans l'eau que l'hexanal
E. Est plus soluble dans l'eau que le 1-bromopropane
F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

CORRECTIONS QCMS D'ENTRAINEMENTS

QCM 1 : Réponses : **BCE**

A. **FAUX** : l'acide formique correspond à l'acide méthanoïque alors que l'acide acétique correspond à l'acide éthanoïque et plus le nombre de carbones augmente, plus la température d'ébullition augmente. Donc Teb acide formique < Teb acide acétique
B. **VRAI** : pour les mêmes raisons que pour l'item A, car l'acide propanoïque possède 3 carbones et l'acide formique 1 seul
C. **VRAI** : la température d'ébullition des acides carboxyliques est supérieure aux alcools équivalents (même nbre de carbones).
D. **FAUX** : la température d'ébullition des acides carboxyliques est supérieure aux amines équivalents (même nbre de carbones)
E. **VRAI** : les acides carboxyliques sont solubles jusqu'à C5 environ.
F. **FAUX**

QCM 2 : Réponse(s) exacte(s) : **ABDE**

A. **VRAI** : la fonction aldéhyde augmente les températures d'ébullition car on crée des liaisons faibles entre les molécules
B. **VRAI** : plus la chaîne carbonée est longue, plus il y a de liaisons à casser et donc plus la température d'ébullition augmente
C. **FAUX** : les fonctions OH du 2,3-dihydroxypropanal permettent l'établissement de plus de liaisons hydrogène intermoléculaires que dans le propanal, ce qui rend plus difficile le changement d'état et augmente ainsi la température d'ébullition
D. **VRAI** : plus la chaîne carbonée est longue, moins les molécules sont solubles
E. **VRAI** : les molécules halogénées (possédant dans leur structure un atome halogène comme le Fluor, le Brome ou l'Iode) sont trop denses pour être solubles dans l'eau
F. **FAUX**

NOTES PERSONNELLES

CLASSIFICATION ACIDITE - BASICITE

- Ce chapitre tombe peu (0 ou 1 qcm), mais ne demande que peu de travail.

EXERCICES TYPES

Les exercices de ce chapitre ont généralement l'une de ces deux formes.

2. A propos de la basicité des composés organiques :

A. l'éthylamine est plus basique que l'ammoniac
B. l'éthylamine est plus basique que l'acétamide
C. l'éthylamine est plus basique que l'hydroxyde de sodium
D. l'aniline (phénylamine) est plus basique que la cyclohexylamine
E. l'aniline (phénylamine) est plus basique due al benzylamine
F. toutes les propositions précédentes sont inexactes

13. Soit les composés suivants : éthanol (k); 2,2,2-trifluoroéthanol (I); 2-méthylpropan-2-ol (m) ; 2-chloroéthanol (n). Leur classement par caractère acide croissant (dans l'eau) est (en prenant en compte le site le plus acide, si une molécule comporte plusieurs sites acides) :

A. l < n < k < m

B. I<m<n<k

C. m < k < 1 < n

D. k<l<n<m

E. m<k<n<l

F. toutes les propositions précédentes sont inexactes

Échelle d'acidité :

Alcool < thiol < phénol < acide carboxylique

- L'effet inductif attractif augmente le caractère acide et diminue le pka
- L'effet induction répulsif diminue le caractère acide et augmente le pka
- L'effet mésomère augmente le caractère acide

Echelle basicité :

Alcool < amide < amine aromatique < amine

- L'effet inductif attractif diminue le caractère basique et diminue le pka
- L'effet inductif répulsif augmente le caractère basique et augmente le pka
- L'effet mésomère diminue le caractère basique

CORRECTION EXERCICES TYPES

1er QCM correction : Réponse : AB

A. VRAI : L'effet inductif répulsif de la chaine carbonée de l'éthylamine augmente sa basicité.

B. VRAI : Amine > Amide

C. **FAUX** : L'hydroxide de sodium est une des bases fortes à connaître par cœur.

D. **FAUX** : La phénylamine de part son cycle aromatique entraîne une délocalisation (résonnance) du doublet non liant de l'atome d'azote ce qui le rend moins disponible. Amine > Amine aromatique

E. FAUX : Idem que pour l'item précédent. Dans le benzylamine le doublet n'est pas délocalisé donc il est plus disponible avec une plus forte basicité.

F. **FAUX**

2ème QCM correction : Réponse : E

A. FAUX

B. FAUX

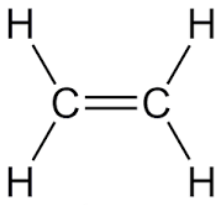
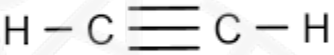
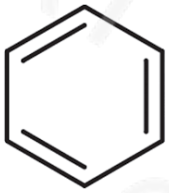
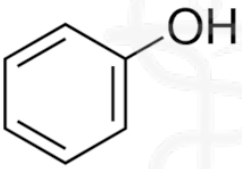
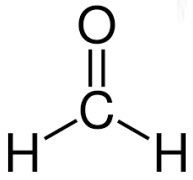
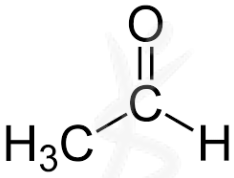
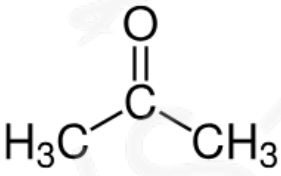
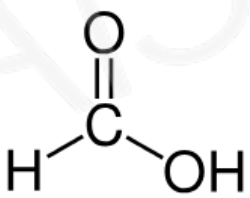
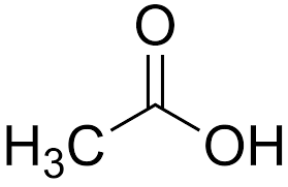
C. FAUX

D. FAUX

E. VRAI : L'effet inductif répulsif diminue l'acidité donc « m » est logiquement dernier, puis on vient placer notre alcool simple qu'est « k ». Enfin, il ne nous reste plus qu'à trier quel alcool dispose du groupe attractif le plus fort. C'est logiquement celui qui possède le plus d'atome attracteur, le « l », avec ses trois fluor. Il ne reste plus qu'à remettre dans l'ordre et placer le « m » suivit de « k » puis de « n » et enfin « l » le plus fort. On obtient ainsi l'ordre de l'item E.

F. FAUX

EXEMPLE DE MOLECULES A CONNAITRE

Ethylène = Ethène	
Acéthyléne = Ethyne	
Benzéne	
Phénol	
Formaldéhyde = Aldéhyde formique	
Acétaldéhyde = Aldéhyde acétique	
Acétone	
Acide formique	
Acide acétique	

→ Le professeur Colin donne parfois dans ses exercices directement des noms de molécules sans afficher la formule développée, c'est pourquoi nous vous conseillons d'apprendre au minimum les formules développées de celles-ci pour ne pas avoir à réfléchir le jour de l'examen.

QCMS D'ENTRAINEMENTS

QCM provenant des Conf classées :

QCM 1 : A propos de la basicité des molécules suivantes : butanamine (a) ; propanamine (b) ; 2-fluoro-propanamine (c) ; 1-méthyl-butanamine (d)

A. d<a<b<c
B. c<b<d<a
C. c<b<a<d
D. b<c<a<d
E. b<c<d<a
F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

QCM 2 : Soit les composés suivants : acide propanoïque (a), acide 2-méthylpropanoïque (b) ; acide 2-chloropropanoïque (c) ; acide 2,2 diméthylpropanoïque (d) ; acide 2,2-chloropropanoïque (e). Leur classement par caractère acide croissant (dans l'eau) est :

A. e < c < a < b < d
B. d < b < a < c < e
C. a < b < c < d < e
D. d < b < a < e < c
E. b < d < a < e < c
F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes.

QCM provenant des Annales :

QCM 3 : A propos des pKa des composés organiques :

A. l'acide éthanoïque possède un pK, inférieur à celui de l'éthanol
B. l'acide éthanoïque possède un pK, inférieur à celui de l'acide 2-chloroacétique
C. l'acide éthanoïque possède un pKa inférieur à celui de l'acide butanoïque
D. l'acide 2-chlorobutanoïque possède un pKa inférieur à celui de l'acide 2,2-dichlorobutanoïque
E. l'acide 2-chlorobutanoïque possède un pKa inférieur à celui de l'acide 3-chlorobutanoïque
F. toutes les propositions précédentes sont inexactes

CORRECTION QCMS D'ENTRAINEMENT

QCM 1 : Réponse(s) : **C**

A. **FAUX**
B. **FAUX**
C. **VRAI** : La basicité augmente avec la présence d'effet inductif répulsif et diminue lorsqu'il y a un effet inductif attractif
D. **FAUX**
E. **FAUX**
F. **FAUX**

QCM 2 : Réponse : **B**

Ici il n'y a que des acides, il faut donc comparer les molécules en sachant :

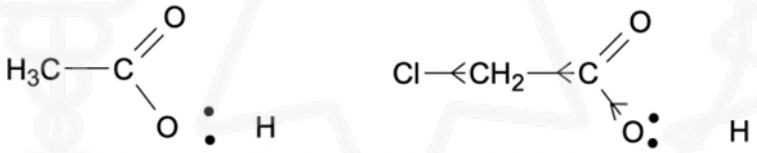
- qu'un effet inductif attractif (chlore) à distance augmentera l'acidité-e>c car il y a deux chlores
- qu'un effet inductif répulsif (radicaux CH3 ou plus) à distance diminuera l'acidité-b>d car il y a deux radicaux ainsi on a d<b<a<c<e

A. **FAUX**
B. **VRAI**
C. **FAUX**
D. **FAUX**
E. **FAUX**
F. **FAUX**

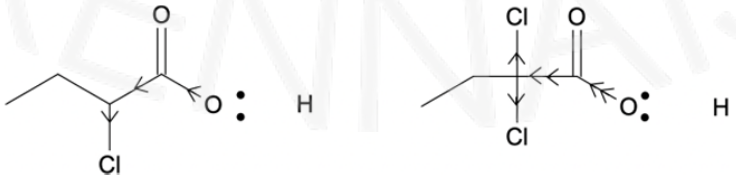
QCM 3 : Réponse(s) exacte(s) : **ACE**

Rappel : plus la molécule est acide plus le pKa est faible (et le Ka grand)

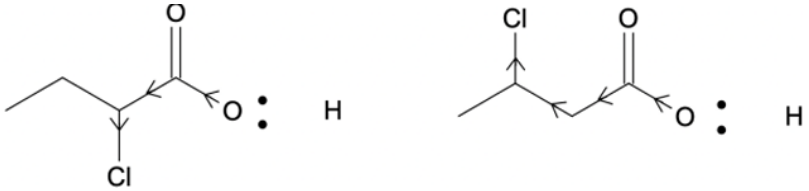
A. **VRAI** : Les acides carboxyliques sont plus acides que les alcools (donc un pKa inférieur)
B. **FAUX** : Dans l'acide 2-chloroacétique le chlore va exercer un effet inductif attractif qui va rapprocher les électrons de l'oxygène dans la liaison O-H ainsi <u>le H+ va partir plus facilement</u> : il est donc plus acide que l'acide éthanoïque



C. **VRAI** : L'acide éthanoïque possède une chaine carbonée plus courte : 2C que l'acide butanoïque : 4C, il est donc plus acide
D. **FAUX** : Dans l'acide 2,2-dichlorobutanoïque il y a deux atomes de chlore donc un effet inductif attractif deux fois plus important que dans l'acide 2-chlorobutanoïque, qui attire les électrons encore plus près de l'oxygène : il est donc plus acide



E. **VRAI** : L'acide 2-cholorobutanoïque est plus acide que l'acide 3-chlorobutanoïque : En effet l'EI du chlore est moins important dans l'acide 3-chlorobutanoïque puisque le chlore est situé plus loin de la liaison OH or l'effet inductif est de moins en moins fort au fur et à mesure des liaisons.



NOTES PERSONNELLES

REACTION EN CHIMIE ORGANIQUE

- Deux QCMs tombent généralement sur ces chapitres.
- C'est la partie la plus compliquée du programme, mais elle vaut le coup ! C'est en réussissant ces exercices que vous vous démarquerez, puisque nombreux sont ceux qui font une impasse dessus.

PROPRIETES DES GROUPEMENTS FONCTIONNELS

	Propriétés chimiques	Propriétés physiques
Alcane / Alcène / Alcyne	→ Alcène : stable, peu réactif → Alcène et alcyne : forte densité électronique + liaison insaturée fragile → addition électrophile	→ Température de fusion et d'ébullition les plus faibles → Hydrophobe / liposoluble (SAUF acétylène, faiblement soluble) → Apolaire
Alcool	→ acidité faible : diminution des alcools Iaire aux alcools IIIaire → basicité faible : augmentation des alcools Iaire aux alcools IIIaire → Attaque nucléophile (C δ +)	→ Liaison hydrogène entre molécules d'alcools : température d'ébullition > alcane eq → Liaison hydrogène avec molécule d'eau : Hydrosoluble (premiers termes) → Polaire → Liquide
Thiol	→ acidité : thiol > alcool (rayon atomique supérieur) → Attaque nucléophile (C δ +)	→ Electronégativité S< O (liaison S-H < liaison O-H) : Alcools eq > T°ébu thiol > alcanes eq → Interaction dipôle - dipôle avec molécule d'eau : hydrosoluble (premiers termes) → Hydrosolubilité (premiers termes)
Carbonyle : cétone / aldéhyde	→ Addition nucléophile (C δ +)	→ Interaction dipôle-dipôle entre carbonylés : Alcools eq > T° ébullition carbonyles > alcanes eq → Interaction dipôle-dipôle avec molécule d'eau : hydrosoluble (premiers termes → insoluble > C5) → gaz (méthanal) puis liquide
Amine	→ basicité : amine > alcool	→ Electronégativité N < O (liaison N-H < liaison O-H) : Alcools eq > T°ébu amine > alcanes eq → Interaction dipôle - dipôle avec molécule d'eau : hydrosoluble (premiers termes)
Acide carboxylique	→ acidité : > alcool → Réaction nucléophile (C δ +)	→ Liaison hydrogène forte ++ avec autre acide carboxylique (dimère) : température d'ébullition et fusion les plus importantes → Liaison hydrogène avec molécule d'eau : Hydrosoluble (premiers termes) → Liquide puis solide (> C3)
Dérivés halogénés	→ Substitution nucléophile	→ Température d'ébullition > alcane eq → Forte densité → Insoluble
Phénol	→ acidité > alcool → basicité < alcool → Substitution électrophile	→ odeur → Liaisons hydrogène : solide → solubilité très faible dans l'eau
Hydrocarbure aromatique	→ forte densité électronique, liaison insaturée → substitution électrophile → addition difficile	→ odeur → liquide (benzène) / solide → faible solubilité dans l'eau

TABLEAU DES REACTIONS ENTRE GROUPEMENTS FONCTIONNELS

	ALCENES	ALCYNES	DERIVES HALOGENES	ALCOOLS	THIOLS	AMINES	ACIDES CARBOXYLIQUES	FONCTIONS DERIVEES DES ACIDES CARBOXYLIQUES	ALDEHYDES ET CETONES
ALCÈNES	**Polymérisation :** Ethylène devient polyéthylène, styrène devient polystyrène								
DERIVES HALOGENES	**Halogénation :** Alcène devient alcane dihalogéné ou monohalogéné (avec **régiosélectivité**)					**Alkylation :** Amine primaire et amines secondaires : équilibre acide base entre forme amine/hydracide et forme ammonium/ion halogène Amine tertiaire : ammonium quaternaire			
ACIDES CARBOXYLIQUES				**Estérification** : par addition et élimination (=substitution) Organique Minérale Intramoléculaire (fonction lactone)	**Thioestérification**	**Amidification :** Par addition et élimination (=substitution), amide intracyclique (lactame)	Formation d'anhydride d'acide par **déshydratation intramoléculaire**	Sulfonamides : acide folique + amide	
ALDEHYDES ET CETONES				**Acétalisation** : Formation d'un hémiacétal puis d'un acétal si excès d'alcool Peut être intramoléculaire	**Thioacétalisation**	Formation d'imine			Catalyseur basique Condensation entre deux aldéhydes : **aldolisation** en β-aldol Entre deux cétones : **cétolisation** en β-cétol β-aldol et β-cétol peuvent se déshydrater

TABLEAU DES REACTIONS ENTRE FONCTIONS ET REACTIFS

	ALCENES	ALCYNES	DERIVES HALOGENES	ALCOOLS	THIOLS	AMINES	ACIDES CARBOXYLIQUES	FONCTIONS DERIVEES DES ACIDES CARBOXYLIQUES	ALDEHYDES ET CETONES
H_2	**Hydrogénation (réduction)** : alcène devient alcane								
H_2O	**Addition d'eau :** En présence de H+ (catalyseur), alcène devient alcool	**Addition d'eau :** Alcyne devient énol (tautomérie en cétone)				Caractère basique peut s'exprimer en milieu aqueux	Réaction acide-base		Formation d'un diol géminé
Oxydant doux (O2, peracide, KMnO4 dilué)	**Oxydation ménagée** : pont époxyde puis alcène devient α-diol			Alcool primaire : formation d'un aldéhyde puis d'un acide carboxylique Alcool secondaire : formation d'une cétone Alcool tertiaire : impossible	**Oxydation ménagée :** formation d'un pont disulfure				Acide carboxylique pour les aldéhydes, impossible pour les cétones
Oxydant fort (KMn04)	**Oxydation brutale :** alcène devient cétone ou aldéhyde (et par la suite peut s'oxyder jusqu'à devenir un acide carboxylique)	On forme deux acides carboxyliq ues			**Oxydation brutale :** excitation du soufre qui devient hexavalent et formation d'acide sulfonique				
Base forte		Caractère légèreme nt acide des alcynes monosubs titués s'exprime avec base forte	Attaque par base forte et élimination donc dérivé halogéné donne + base forte donne alcène + acide faible + ion halogéné	Rupture du groupement OH en sa présence : on obtient un ion alcoolate + l'acide faible			Formation de sels (liaison ionique)	Milieu basique : **saponification** avec les esters Formation d'acide cyanhydrique avec les nitriles	
Acide fort				Déprotonation impossible en présence d'un acide fort		Caractère basique peut réagir avec un acide fort			Milieu acide : **déshydratation** et formation d'une double liaison C=C

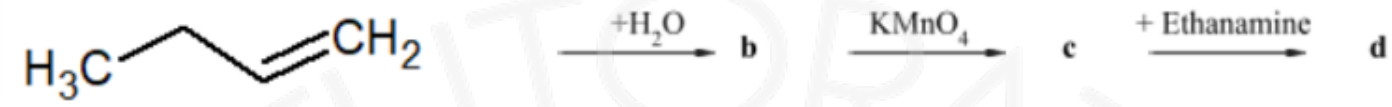
TABLEAU DES DIFFERENTS TYPES DE REACTION

	ALCENES	ALCYNES	DERIVES HALOGENES	ALCOOLS	THIOLS	AMINES	ACIDES CARBOXYLIQUES	FONCTIONS DERIVEES DES ACIDES CARBOXYLIQUES	ALDEHYDES ET CETONES
Substitution									
Addition								Addition nucléophile	Sur la double liaison C=O : Addition nucléophile (avec catalyse d'acide ou pas) Addition d'eau : diol géminé
Elimination			Par une base forte cf base forte						
Chauffage modéré				Formation d'un éther oxyde					
Chauffage fort				Formation d'un alcène avec le carbone le plus substitué (Zaitsev)			Décarboxylation et dégagement de CO_2		
Réducteur (hydrure métallique ou H_2 et catalyseur)							Réduction en alcool primaire avec passage par le stade aldéhyde	Nitrile donne amine	Aldéhyde : alcool primaire Cétone : alcool secondaire

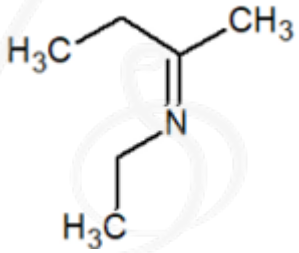
QCMS D'ENTRAINEMENTS

QCM provenant des Conf classées :

QCM 1 : Soit les séquences réactionnelles suivantes :



A. La molécule b correspond au butan-1-ol
B. La molécule b correspond à un aldéhyde
C. La molécule c correspond au butan-2-one
D. On obtient à la fin de ces réactions une amine
E. La molécule d correspond à cette molécule :



F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

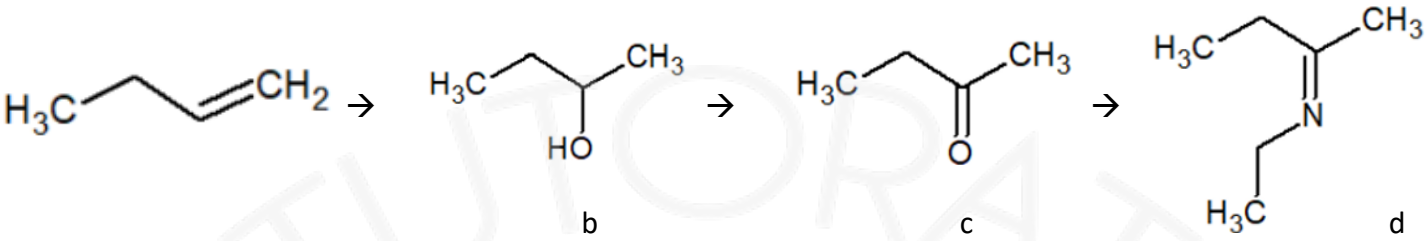
QCM provenant des Annales

QCM 2 : Le propan-2-ol peut être synthétisé par :

A. Réaction entre le propène et l'eau en milieu acide
B. Réduction du composé obtenu après réaction entre le propyne et l'eau en milieu acide (en présence d'ions Hg^{2+})
C. Réduction du composé obtenu après réaction entre le 2,3-diméthylbut-2ène et KMnO4 concentré
D. Actions successives de HCl et d'un hydrure métallique sur le propanoate de sodium
E. Actions successives de NaOH et de HCl sur l'acétate de propyle (s'accompagnantde l'obtention d'un autre composé organique)
F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

CORRECTION QCMS D'ENTRAINEMENT

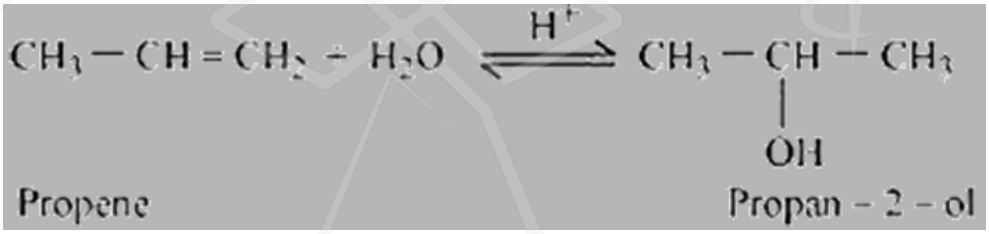
QCM 1 : Réponse(s) : **CE**



A. **FAUX** : butan-2-ol
B. **FAUX** : butan-2-ol
C. **VRAI**
D. **FAUX** : une imine
E. **VRAI**
F. **FAUX**

QCM 2 : Réponse(s) exacte(s) : ABC

A. **VRAI** :



B. **VRAI** : le composé initialement formé est un énol/cétone, donc en le réduisant on obtient un alcool
C. **VRAI** : le KMnO4 concentré brise les liaisons (oxydation forte) formant 2 propanones de part et d'autre de la double liaison brisée. Après réduction d'une des propanones, on obtient du propan-2-ol
D. **FAUX** : on obtient du propan-1-ol
E. **FAUX** : on obtient du propan-1-ol
F. **FAUX**

NOTES PERSONNELLES

REACTION ACIDO-BASIQUE

BONUS DE COURS

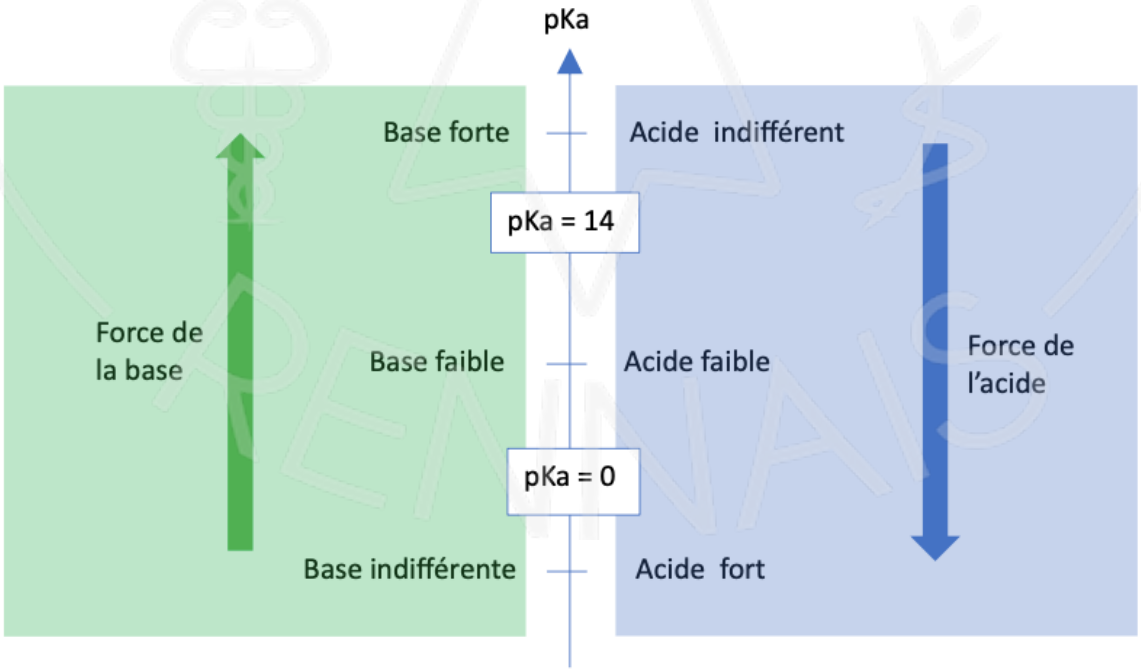
Ajout d'H20 = dilution

Calcul de la nouvelle concentration de l'entité chimique : $C_1 * V_1 = C_2 * V_2 \leftrightarrow C_2 = \frac{C_1 * V_1}{V_2}$

- V_2 = volume total de la solution (prise en compte du volume d'eau)

Chaque année ce QCM type tombe au concours, voici un petit bonus pour que plus jamais vous ne bloquiez dessus !

Acide	2 pKa	**Diacide**	
	1 pKa	**pKa < 0**	Acide **fort**
		0 < pKa < 14	Acide **faible**
Base	1 pKa	**0 < pKa < 14**	Base **faible**
		pKa > 14	Base **forte**
Acide et base	2 pKa	**Ampholyte**	



EXERCICES TYPES

14. Soit 200 mL d'une solution de NH_3 0,05 M (pKa NH_4^+ / NH_3 = 9,2)

A. Le pH de la solution après addition de 20 mL HNO_3 0,25 M est 9,8 (à 10-l près)
B. Le pH de la solution après addition de 20 mL HNO_3 0,25 M est 9,2 (à 10-1 près)
C. Le pH de la solution après addition de 40 mL HNO_3 0.25 M est 5,3 (à 10-l près)
D. Le pH de la solution après addition de 40 mL HNO_3 0,25 M est 5,1 (à 10-1 près)
E. Le pH de la solution après addition de 40 mL HNO_3 0,25 M est 1.3 (à 10-l près)
F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

1ère étape : Déterminer l'équation de la réaction :

14. Soit 200 mL d'une solution de NH_3 0,05 M (pKa $NH4^+$ / NH3 = 9,2)

A. Le pH de la solution après addition de 20 mL HNO_3 0,25 M est 9,8 (à 10-l près)
B. Le pH de la solution après addition de 20 mL HNO_3 0,25 M est 9,2 (à 10-1 près)
C. Le pH de la solution après addition de 40 mL HNO_3 0.25 M est 5,3 (à 10-l près)
D. Le pH de la solution après addition de 40 mL HNO_3 0,25 M est 5,1 (à 10-1 près)
E. Le pH de la solution après addition de 40 mL HNO_3 0,25 M est 1.3 (à 10-l près)

- Déterminer les réactifs : NH_3 *(base)* + HNO_3 *(acide)*

  On nous parle du couple Acide/Base : NH_4^+ / NH_3, on en déduit donc que NH3 est la base et $NH4^+$ est l'acide
  à Comme il s'agit d'une réaction acido-basique HNO_3 sera l'acide (puisqu'il réagit avec une base : NH_3) et sa base conjuguée sera (HNO_3 – H^+ -> $NO3^-$)

- Déterminer les produits : NH_4^+ *(acide)* + NO_3^- *(base)*

L'équation sera donc : $NH_3 + HNO_3 \Leftrightarrow NH_4^+ \quad NO_3^-$

2ème étape : Réaliser le tableau d'avancement :

	a NH_3 +	b HNO_3 ⇔	c NH_4^+ +	d NO_3^-
Initial (i)	0,01 mol	0,005 mol	0	0
Transition (t)	0,01 – a* x_2	0,005 – b*x_2	0 + c* x_2	0 + d* x_2
Final (f)	0,005	0	0,005	0,005

Déterminer les quantités de matière des réactifs :

14. Soit 200 mL d'une solution de NH_3 0,05 M (pKa $NH4^+$ / NH3 = 9,2)

A. Le pH de la solution après addition de 20 mL HNO3 0,25 M est 9,8 (à 10-l près)

B. Le pH de la solution après addition de 20 mL HNO_3 0,25 M est 9,2 (à 10-1 près)

C. Le pH de la solution après addition de 40 mL HNO_3 0.25 M est 5,3 (à 10-l près)

D. Le pH de la solution après addition de 40 mL HNO_3 0,25 M est 5,1 (à 10-1 près)

E. Le pH de la solution après addition de 40 mL HNO_3 0,25 M est 1.3 (à 10-l près)

Pour NH_3 : n = C*V = 0,2L * 0,05 M = 0,01 mol
Pour HNO_3 : n = 0,020L * 0,25 M = 0,005 mol

Trouver le réactif limitant la réaction :

Ici a = b = c = d = 1
Mais de manière général faire :

- 0,01 mol / a = x_1
- 0,005 mol / b = x_2

→ Comparer $x_1$et x_2, et le plus petite sera le réactif limitant (*ici c'est x_2 = 0,005*)

Définir les quantités de matières finales

Réaliser le calcul de la ligne (t) pour remplir la ligne (f) :

3ème étape : trouver la bonne formule :

	a NH_3 +	b HNO_3 ⇔	c NH_4^+ +	d NO_3^-
Initial (i)	0,01 mol	0,005 mol	0	0
Transition (t)	0,01 – a* x_2	0,005 – b*x_2	0 + c* x_2	0 + d* x_2
Final (f)	0,005	0	0,005	0,005
	Base Faible	Acide Fort	Acide Faible	Ion indifférent

Comme on est dans le cas d'un acide fort (HNO3) alors sa base conjuguée sera un ion indifférent (par définition)
On regarde les espèces présentes à l'état final qui ne sont pas indifférentes :

- NB : attention, les valeurs du tableau sont des **quantités de matières** (en mol), il faut donc rebasculer en **concentration** pour pouvoir utiliser les équations de pH approchées :
- Volume totale = 200ml + 20 ml = 220 mL = 0,22 L
- [NH3] = n / V = 0,005 / 0,22 = 0,227 mol/L
- On utilise la Formule qui convient (ici un acide et sa base conjuguée dans des proportions similaires = solution tampon❤️).

$$\mathbf{pH = pka + \log\left(\frac{[A-]}{[AH]}\right)} = 9,2$$

REACTION ACIDO-BASIQUE : DETERMINER LE PH ET L'ESPECE MAJORITAIRE EXO 2

- QCM non récurrent, cependant tombé en 2020-2021

14. A propos de la leucine $(CH_3)_2CH\text{-}CH_2\text{-}CH(NH_2)\text{-}COOH$ (pKa1 = 2,4 et pKa2 = 9.6) :

A. Le pH d'une solution aqueuse de 1L comportant 0,2 moles de leucine est 5,2
B. Le pH d'une solution aqueuse de 1L comportant 0,2 moles de leucine est 6
C. Lorsqu'on introduit de la leucine dans une solution tampon de pH = 7,2, l'espèce majoritaire est $(CH_3)_2CH\text{-}CH_2\text{-}CH(NH_2)\text{-}COO^-$
D. Lorsqu'on introduit de la leucine dans une solution tampon de pH = 7,2, l'espèce majoritaire est $(CH_3)_2CH\text{-}CH_2\text{-}CH(NH_3^+)\text{-}COO^-$
E. Lorsqu'on introduit de la leucine dans une solution tampon de pH = 7,2, l'espèce majoritaire est $(CH_3)_2CH\text{-}CH_2\text{-}CH(NH_3^+)\text{-}COOH$
F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

Déterminer le pH d'une solution (Item A et B)

Étape 1 : déterminer la nature du composant ajouté en solution aqueuse :

On observe sur la Leucine, deux groupements : un groupement amine NH2 avec une fonction basique (capacité de capter un H+ pour former NH3+) et un groupement carboxylique COOH avec une fonction acide (capacité de céder un H+ pour former COO-).

On retrouve très souvent des acides aminés dans ce genre d'exercices. Les acides aminés sont des composés amphotères : un **composé amphotère** ou un **ampholyte possède à la fois un proton libérable qui assure la fonction acide** (au niveau du COOH dans l'acide aminé) **et un doublet non liant qui assure la fonction basique** (au niveau du NH3+ dans l'acide aminé).

Ne pas s'emmêler les pinceaux ; on parle de composé amphotère ou d'ampholyte : ces deux appellations ont la même signification !

Attention cependant à ne pas confondre ampholytes et diacides !

- Ampholyte : peut capter et libérer un proton, agit comme base et acide (cas des acides aminés !)
- Diacide : peut libérer successivement plusieurs protons, agit comme acide

Étape 2 : Calculer le pH à partir de la formule correspondante

Rappel : formules pour calculer le pH d'une solution à connaître !

Composé ajouté en **solution aqueuse**	
Acide fort	**pH = - log Co**
Acide faible	**pH = ½ pKa – ½ log Co = ½ (pKa - log C_0)**
Base forte	**pH = 14 + log Co = 14 + log [OH]**
Base faible	**pH = 7 + ½ pKa + ½ log Co = 7 + ½ (pKa + log C_0)**
diacide	**On utilise la première constante de dissociation pKa1** **pKa1 < 0 : pH = - log Co (acide fort)** **pKa2 > 0 : pH = ½ pKa – ½ log Co (acide faible)**
Ampholyte	**pH = ½ (pKa1 + pKa2)**

Comme décrit précédemment, la Leucine est un ampholyte soit pH = ½ (pKa1 + pKa2)
*pH = **6***

Déterminer la forme d'un composé dans une solution tampon (item C, D et E)

Étape 1 : déterminer le pH de la solution grâce à la solution tampon

Rappel : la solution tampon est une solution qui minimise les variations de pH après introduction d'un acide, d'une base ou d'un solvant ; la solution tampon **impose un pH** à notre solution.

Le pH de notre solution (leucine + solution tampon) est de 7,2.

Étape 2 : déterminer le/les groupements capables de libérer/capter un protons (H+) ayant un rôle dans la réaction acido-basique

Comme expliqué précédemment, la molécule étudiée possède deux groupements à caractère acido-basique avec chacun respectivement leur pKa.

Dans le cas des acides aminés : Le pKa1 correspond à la dissociation du groupement COOH et le pKa2 à la dissociation du groupement NH3+ !

En effet COOH est une fonction acide (pka bas) et NH3 est une fonction basique (pka élevé), de plus par convention le pka1 est le plus acide.

Etape 3 : déterminer la forme de chaque groupement en fonction du pH de la solution

Rappel :

Chaque groupement capable de se dissocier possède son propre pKa. En solution la forme majoritaire dépend du pH.

Si pH < pKa	Si pH = pKa	Si pH > pKa
Forme acide prédomine	Concentration forme acide = concentration forme basique	Forme basique prédomine

Ainsi ;

Concernant la fonction acide carboxylique : COOH/COO- avec pKa = 2,4

pH < 2,4	*pH > 2,4*
COOH (forme acide) prédominant	*COO- (forme basique) prédominant*

*Ici pH = 7,2 soit **>** 2,4*

*On peut en déduire que dans le cas de la fonction acide carboxylique, à un pH = 7,2 la forme **COO-** est prédominante*

Même déroulé pour la fonction NH2 : NH3+/NH2 avec pKa = 9,6

pH < 9,6	*pH > 9,6*
NH3+ (forme acide) prédominant	*NH2 (forme basique) prédominant*

*pH = 7,2 **<** 9,6*

*On peut en déduire que dans le cas de la fonction amine, à un pH = 7,2, la forme **NH3+** est prédominante*

*Ainsi, en combinant nos deux résultats, on en déduit qu'à pH = 7,2 : la leucine est sous la forme **R-(NH3+)-COO-***

Calcul du pH d'une solution saline

Acide fort + base forte → ions indifférents + ions indifférents pH = 7

Acide faible + base forte → base faible + ions indifférents pH = 7 + ½ (pKa + log C_0)

Base faible + acide fort → acide faible + ions indifférents pH = ½ (pKa - log C_0)

Base faible + acide faible → acide faible + base faible pH = ½ (pKa1 + pKa2)

QCMS D'ENTRAINEMENTS

QCM provenant des Conf classées :

QCM 1 : A propos des acides-bases

A. Un acide est un composé chimique capable de libérer un proton
B. Une espèce ampholyte a à la fois un caractère acide et un caractère basique
C. Une solution tampon est un mélange d'un acide fort et de sa base conjuguée dans des proportions comparables
D. Une solution tampon minimise les variations de pH suite à une dilution
E. Une solution tampon minimise les variations de pH suite à un ajout d'acide ou de base forte
F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

QCM 2 : Calculer le pH de la solution α : 50mL d'une solution de NH_3 à 0,1 M (pKa NH3 =9,2) et de 100 mL d'une solution de HCl à 5x 10 -2 M

A. Solution α : pH = 9,2
B. Solution α : pH = 5,75
C. Solution α : pH = 10,45
D. Solution α : pH = 5,34
E. Solution α : pH = 10,86
F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

QCM provenant des Annales :

QCM 3 : A propos des équilibres acido-basiques en solution aqueuse diluée :

A. OH^- est la base conjuguée de H_3O^+
B. Une molécule amphotère peut se comporter comme un acide ou comme une base selon les circonstances
C. Le pKa du couple H_3PO_4 /$H_2PO_4^-$ est inférieur au pKa du couple HPO_4^{2-}/PO_4^{3-}
D. Une solution tampon minimise les variations de pH consécutives à une addition d'un acide fort
E. Une solution tampon minimise les variations de ph consécutives à un ajout supplémentaire d'eau (dilution)
F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

QCM 4 : A propos de la leucine $(CH_3)_2$ CH-CH_2-CH(NH_2)-COOH (pKa1 = 2,4 et pKa2 = 9.6) :

A. Le pH d'une solution aqueuse de 1L comportant 0,2 moles de leucine est 5,2
B. Le pH d'une solution aqueuse de 1L comportant 0,2 moles de leucine est 6
C. Lorsqu'on introduit de la leucine dans une solution tampon de pH = 7,2, l'espèce majoritaire est $(CH_3)_2$ CH-CH_2-CH(NH_2)-COO^-
D. Lorsqu'on introduit de la leucine dans une solution tampon de pH = 7,2, l'espèce majoritaire est $(CH_3)_2$ CH-CH_2-CH(NH_3^+)-COO^-
E. Lorsqu'on introduit de la leucine dans une solution tampon de pH = 7,2, l'espèce majoritaire est $(CH_3)_2$ CH-CH_2-CH(NH_3^+)-COOH
F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

CORRECTION QCMS D'ENTRAINEMENTS

QCM 1 : Réponse(s) : **ABDE**

A. **VRAI**
B. **VRAI**
C. **FAUX** : acide faible et sa base conjuguée
D. **VRAI**
E. **VRAI**
F. **FAUX**

QCM 2 : Réponse(s) : **D**

	NH_3	+ HCl	NH_{4+}	Cl-
EI	Ni = C.V = 5x 10^{-3} mol	Ni = C.V = 5x10^{-3} mol	Ni = 0 mol	/
EF	Nf = 0 mol	Nf = 0 mol	Nf = 5x10^{-3} mol	/

NH4 : acide faible
pH = 0,5 pKa-0,5 log Co
= 0,5 x 9,2 – 0,5 x log ((5x10 -3)/ (150x 10 -3))
= 5,34

A. **FAUX**
B. **FAUX**
C. **FAUX**
D. **VRAI**
E. **FAUX**
F. **FAUX**

QCM 3 : Réponse(s) exacte(s) : **BCDE**

A. **FAUX** : OH^- est la base conjuguée d'H_2O et pas d'H_3O^+
B. **VRAI** : c'est la définition, par exemple un acide aminé ou de l'eau
C. **VRAI** : dans le cas d'un diacide, c'est toujours le couple qui libère le premier proton qui le plus acide, ici le couple H_3PO_4 /$H_2PO_4^-$
D. **VRAI** : une solution tampon offre une stabilité vis-à-vis de l'ajout d'un acide fort ou d'une base forte (toutes proportions gardées)
E. **VRAI** : une solution tampon offre une stabilité vis-à-vis d'une dilution
F. **FAUX**

QCM 4 : Réponse(s) exacte(s) : **BD**

A. **FAUX**
B. **VRAI** : pKa d'une solution aqueuse d'un ampholyte : pH = ½ (pKa1 + pKa2) = ½ x 12 = 6
C. **FAUX**
D. **VRAI** : l'espèce majoritaire à 7,2 est la forme zwitterion avec la forme acide NH_3^+ et la forme basique COO^- qui coexistent
E. **FAUX**
F. **FAUX**

NOTES PERSONNELLES

REACTION OXYDO-REDUCTION

- Un à deux QCM à l'examen
- Certains QCM sur ce chapitre porte sur des notions de cours et demande donc une bonne compréhension du chapitre !

ÉTABLIR UNE REACTION D'OXYDO-REDUCTION

Rappel :

- Oxydation : perte d'Hydrogène ou gain d'Oxygène, qui se traduit par une perte d'électron
- Réduction : gain d'Hydrogène ou perte d'Oxygène, qui se traduit par un gain d'électron

Essentiel : Oxydant + n e^- → réducteur

19. Soit les 2 couples redox suivants : Fe_2O_3/Fe ($E°= - 0,04V$) et CO_2/CO ($E°= - 0,11V$). La réaction ayant lieu spontanément entre ces 2 couples dans les conditions standard, en milieu acide :

A. implique l'oxydation de Fe_2O_3 par CO
B. implique l'oxydation de Fe par CO_2
C. est $Fe_2O_3 + 3\ CO \leftrightarrows 2\ Fe + 3\ CO_2$
D. est $Fe_2O_3 + 4\ CO + 2H^+ \leftrightarrows 2\ Fe + 4\ CO_2 + H_2O$
E. est $4\ Fe + 8\ CO_2 + 2\ H_2O \leftrightarrows 2\ Fe_2O_3 + 8\ CO + 4H^+$
F. toutes les propositions précédentes sont inexactes

Protocole :

- **Établir la réaction complète d'oxydo-réduction (item C, D, E),**
- **Déduire le phénomène d'oxydation/réduction qui a lieu dans la réaction (item A et B)**

ÉTABLIR LA REACTION D'OXYDO-REDUCTION

Étape 1 : définir les couples Oxydant/réducteur

Généralement, les couples sont présentés sous la forme **Ox/Red** ce qui nous permet déjà de différencier l'oxydant du réducteur.

En cas de doute ; se référer à la définition : **l'oxydant résulte de l'oxydation d'un réducteur. Il résulte soit du gain d'Oxygène ou de la perte d'Hydrogène d'un réducteur.**

Concernant le couple CO_2/CO, le CO_2 résulte bien d'un gain d'oxygène du CO : on peut donc différencier le ***CO_2 : oxydant*** *du* ***CO : réducteur***

Étape 2 : mettre en place les demi-équations

Rappel : équilibrer une équation revient à s'assurer de la **conservation de la matière** (même nombre d'atome de même nature de chaque côté) et de la **conservation des charges.**

Equilibrer en **milieu acide** : conservation de la matière (pour l'oxygène) par ajout de **H_2O**
conservation de matière (pour l'hydrogène) par ajout de **H+**
conservation des charges par ajout de e-

Equilibre en **milieu basique** : conservation de la matière par ajout de **H_2O**
conservation de matière par ajout de **OH-**
conservation des charges par ajout de e-

Par définition, un milieu acide est un milieu riche en ion H^+ ; et un milieu basique un milieu riche en ions OH^-. Ce sont ces ions en abondance dans le milieu réactionnel que l'on utilise pour équilibrer nos équations.

En ce qui concerne la conservation de matière, l'ajout d'H_20 est possible si les réactions étudiées s'effectuent en milieu aqueux.

*Mise en place de la première demi-équation sous la forme : **Oxydant + n e^- → réducteur***

CO_2 + n e- → CO

- *Déséquilibre de matière : 2 oxygène à gauche, un à droite : **ajout de H_2O***

*CO_2 + n e- → CO + **H_2O***

- *Déséquilibre de matière : 2 hydrogène à droite, aucun à gauche : **ajout de H+ car milieu acide***

*CO_2 + n e- + **2H+** → CO + H_2O*

- *Déséquilibre de charge : déterminer le nombre n d'électron échangés*

*CO_2 + **2**e- + 2H+ → CO + H_2O*

Même méthode pour la deuxième demi-équation : Fe_2O_3 + 6e- + 6H+ → 2 + $3H_2O$

Étape 3 : équilibrer le nombre d'électron échangés dans les deux demi-équations :

Afin de pouvoir associer les deux demi-réaction dans un second temps, il faut s'assurer que le nombre d'électrons échangés est le même dans les deux demi-équations :

CO_2 + **2e-** + 2H+ → CO + H_2O et Fe_2O_3 + **6e-** + 6H+ → 2Fe + $3H_2O$

Pour cela il faut multiplier les coefficients d'une ou des deux demi-équations :

(CO_2 + **2e-** + 2H+ → CO + H_2O)*3 on obtient $3CO_2$ + **6e-** + 6H+ → 3CO + $3H_2O$

Etape 4 : définir le sens de la réaction à partir du potentiel d'électrode standard E° :

Rappel : le potentiel d'électrode standard E° évalue le pouvoir oxydant ou réducteur d'un couple, plus E° est bas plus le pouvoir réducteur est élevé, plus E° est élevé plus le pouvoir oxydant est fort.

Chaque couple est défini par un potentiel d'électrode standard ; le plus élevé correspond au couple avec l'oxydant le plus fort, le plus bas correspond au couple avec le réducteur le plus fort.

La réaction s'effectue entre **l'oxydant le plus fort** et le **réducteur le plus fort**. ❤️

*Ainsi -0,04V > -0,11V : **Fe_2O_3** est l'oxydant le plus fort et **CO** est le réducteur le plus fort, la réaction d'oxydo-réduction s'effectue donc entre ces deux composés.*

Etape 5 : mettre en place la réaction d'oxydo-réduction en associant les deux demi-réactions :

L'oxydant le plus fort et le réducteur le plus fort (déterminés dans l'étape précédente) sont à gauche !

$$3CO + 3H_2O + Fe_2O_3 + 6e^- + 6H \rightarrow 3CO_2 + 6e^- + 6H^+ + 2Fe + 3H_2O$$

*Il ne reste plus qu'à éliminer les **égalités** de chaque côté :*

$$\mathbf{3CO + Fe_2O_3 \rightarrow 3CO_2 + 2Fe}$$

DEDUIRE LE PHENOMENE D'OXYDATION/REDUCTION QUI A LIEU DANS LA REACTION (ITEM A ET B)

A partir de la réaction trouvée, on peut déduire les phénomènes d'oxydation et de réduction.

Rappel : une réaction d'oxydo-réduction implique la réduction d'un oxydant par un réducteur et l'oxydation d'un réducteur par un oxydant

Ici : le CO est oxydé par le Fe_2O_3 / le Fe_2O_3 est réduit par le 3CO

CALCULER UN POTENTIEL D'ELECTRODE

⚠️Formule à connaître :

Potentiel d'électrode : $Ex = E°x + \frac{0,06}{n} \cdot log(\frac{[ox]}{[red]}) - (\frac{0,06}{n}) \cdot q \cdot pH$

QCMS D'ENTRAINEMENTS

QCM provenant des Conf classées :

QCM 1 : A propos de l'oxydo-réduction

A. Dans un couple red-ox, plus l'oxydant est fort et plus le réducteur est faible

B. Une réaction d'oxydo-réduction implique toujours le transfert d'un proton

C. Un réducteur est capable de céder un ou plusieurs électrons

D. Si E°1 > E°2, cela signifie que Ox1 a un pouvoir oxydant plus important que Ox2

E. Le pH est toujours utilisé pour calculer un potentiel d'électrode d'un couple redox

F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

QCM provenant des Annales :

QCM 2 : Soit les 2 couples redox suivant : le couple méthémoglobine/hémoglobine symbolisé par Fe_3^+/Fe_2^+ (E°=0,77V) et le couple $SO_3^{2-}/S_2O_4^{2-}$ (E°=-1,12V). La réaction ayant lieu spontanément entre ces 2 couples dans les conditions standard, en milieu acide :

A. Implique l'oxydation de $S_2O_4^{2-}$ par Fe_3^+

B. Implique l'oxydation de SO_3^{2-} par Fe_2^+

C. Est $2SO_3^{2-} + Fe_2^+ + 3H^+ \rightarrow S_2O_4^{2-} + Fe_3^+ + 3/2\ H_2O$

D. Est $S_2O_4^{2-} + 2Fe_3^+ + 2\ H_2O \rightarrow 2\ SO_3^{2-} + 2Fe_2^+ + 4H^+$

E. Est $S_2O_4^{2-} + Fe_3^+ + 3/2\ H_2O \rightarrow 2\ SO_3^{2-} + Fe_2^+ + 3H^+$

F. Toutes les propositions précédentes sont inexactes

CORRECTIONS QCMS D'ENTRAINEMENTS

QCM 1 : Réponses : **ACD**

A. **VRAI**
B. **FAUX** : il peut y avoir des transferts sans protons
C. **VRAI**
D. **VRAI**
E. **FAUX** : seulement si des ions H+ ou HO- sont en jeu
F. **FAUX**

QCM 2 : Réponse(s) exacte(s) : **AD**

Etape 1 : équilibrer les demi-équations

- Equilibrer tout d'abord les atomes autres que O et H en multipliant les molécules et atomes déjà présents dans le couple redox
- Equilibrer ensuite les atomes O et H en utilisant dans une réaction en milieu acide H_2O et H+ et dans un milieu basique H_2O et HO^-
- Equilibrer les charges des deux côtés en rajoutant des charges négatives (les électrons)

$Fe_3^+ + e^- <=> Fe_2^+$
$2\ SO_3^{2-} + 4H^+ + 2e^- <=> S_2O_4^{2-} + 2H_2O$

Etape 2 : Faire l'équation

- $Fe_3^+ + e^- <=> Fe_2^+$ **x 2**
- $2\ SO_3^{2-} + 4H^+ + 2e^- <=> S_2O_4^{2-} + 2H_2O$ **x1**
- $2Fe_3^+ + S_2O_4^{2-} + 2H_2O <=> 2Fe_2^+ + 2\ SO_3^{2-} + 4H^+$

Etape 3 : Déterminer le sens de la réaction

On regarde les E° de chaque couple, ici E°1>E°2 donc le pouvoir oxydant de Fe_3^+ est supérieur au pouvoir oxydant de SO_3^{2-}, on a donc une oxydation réalisée par Fe_3^+ de $S_2\ O_4^{2-}$ qui donnera Fe_2^+ et SO_3^{2-}.

A. **VRAI**
B. **FAUX**
C. **FAUX**
D. **VRAI**
E. **FAUX**
F. **FAUX**

NOTES PERSONNELLES

FAQ – FORUM

INDEX – ABREVIATION EN CHIMIE

Abréviation	Sens	Remarque

Page de FIN.

Je ne sais pas si certains d'entre vous arriveront jusqu'ici, mais je tiens à féliciter tous ceux qui se sont investis dans ce projet de **Livret des Tuteurs**.

Merci aux tuteur·trice·s, d'abord volontaires, puis désigné·e·s volontaires, qui ont écrit la base de tous ces livrets.
Merci également à tous ceux et celles qui ont par le passé fait des Bonus des Tuteurs, énormément réutilisés.
Merci aux personnes impliquées dans la mise en page. Qui ont osé rouvrir tous les livrets un par un.
Merci à tous ceux et toutes celles qui prendront le temps de relire ces livrets, et surtout, de mentionner les erreurs.
Merci à tous ceux et celles qui prendront le temps de l'améliorer, d'années en année, pour proposer des supports actualisés, et toujours de meilleure qualité.

Pierre GELGON
Tuteur 2022/23



Au plaisir d'avoir travaillé sur ce beau projet qui, je l'espère, apportera une aide précieuse aux étudiants.

Samuel DIGUE
Tuteur 2023/25



Inés JENSEN
Tutrice 2023/25



Emelyne ROBERT
VP design 2023



Lola LE GUELL
VP Site 2023/24



Félicitations à toi, courageux PASS, pour être venu à bout de ce livret de Chimie !
C'est avec un grand plaisir que nous avons pu poursuivre son développement encore une année de plus.
Nous espérons qu'il t'a été utile et qu'il a su te donner des réponses face à tes incompréhensions.
N'hésitez pas à venir nous voir en conf si vous avez des questions, on vous attend nombreux.

Plein de bisous et bon courage. 😘

Guillaume Ocamica
Tuteur 2025/2026



Pablo Joué
Tuteur 2025/2026

