

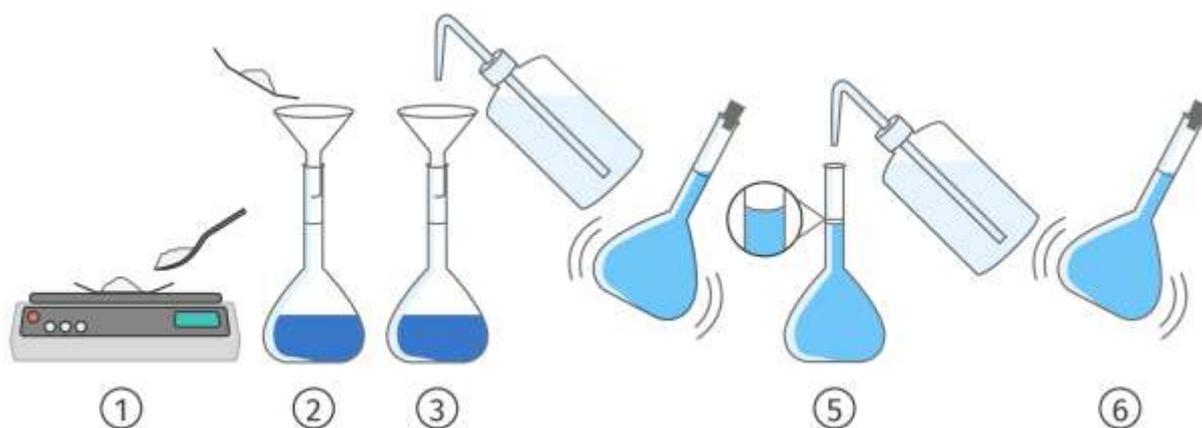
DISSOLUTION

Pour préparer une solution de concentration c et de volume V , à partir d'un solide, on calcul la masse à prélever :

$$m = c \times V \times M$$

Protocole expérimentale :

- On pèse une masse m de solide
- On verse le solide dans une fiole jaugée de volume V .
- On ajoute l'eau distillée jusqu'au 3/4
- On homogénéise.
- On ajoute l'eau distillée jusqu'au trait de jauge
- On homogénéise.



DILUTION

La solution de départ est appelée solution mère. La solution obtenue est appelée solution fille.

$$n_m = n_f$$

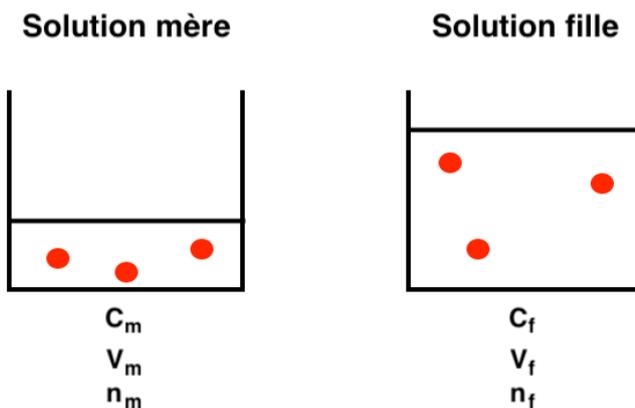
$$\text{Or } n = cV$$

$$\text{donc } c_m V_m = c_f V_f$$

d'où

$$V_m = \frac{c_f V_f}{c_m}$$

Avec V_m le volume à prélever de la solution mère à prélever.



Lors d'une dilution :

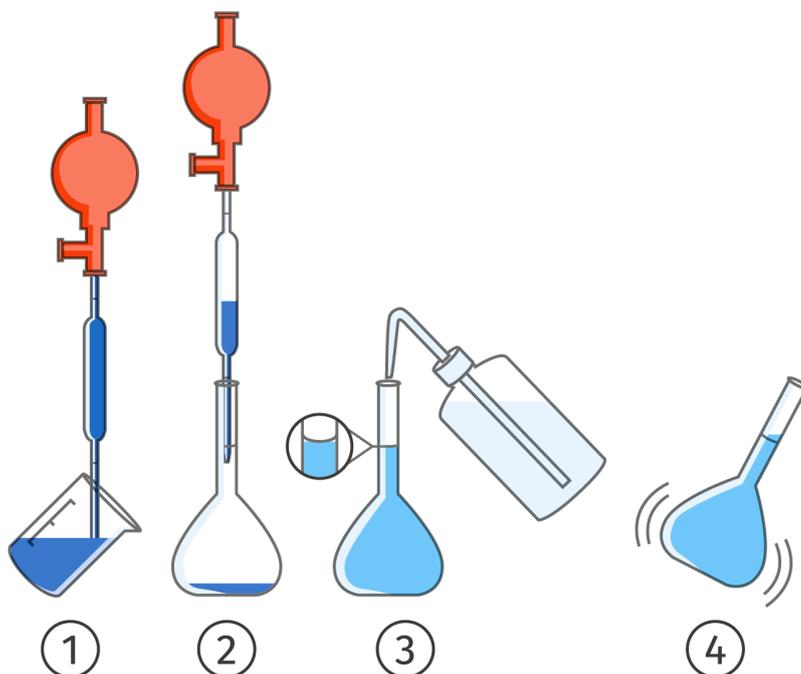
la concentration diminue : $C_f < C_m$

le volume augmente : $V_f > V_m$

la quantité de matière du soluté ne change pas : $n_f = n_m$

Protocole expérimental :

- On prélève le volume V_m à l'aide d'une pipette jaugée
- On introduit V_m dans une fiole jaugée de volume V_f
- On complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et on homogénéise.

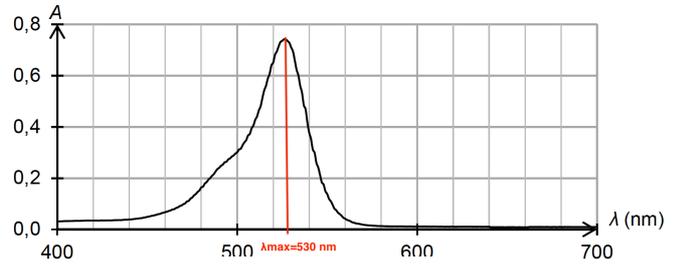


Le facteur de dilution est défini par :

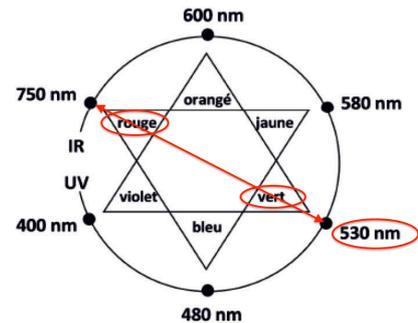
$$F = \frac{V_f}{V_m} = \frac{c_m}{c_f}$$

Beer-Lambert
Dosage par étalonnage

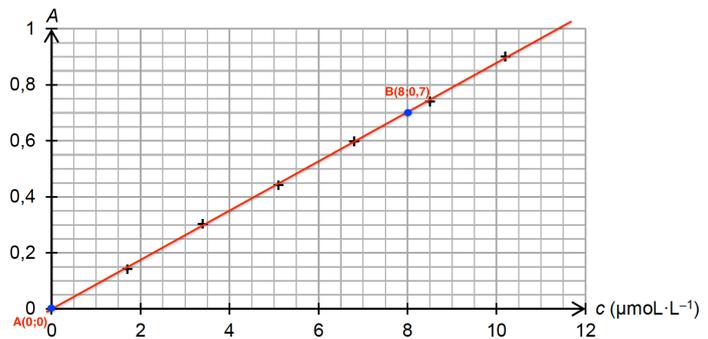
$A = f(\lambda)$ permet de trouver λ_{\max} : la longueur d'onde pour laquelle l'absorbance est maximale.



Connaissant λ_{\max} on trouve la couleur de la solution qui est la couleur complémentaire correspondant à λ_{\max} (couleur opposée sur le cercle chromatique)



Le graphique est une droite passant par l'origine : A et C sont proportionnel ainsi $A=KC$.
 La loi de Beer Lambert est vérifiée.



Mesure	Nom de la loi	Formule	Analyse de courbe	Unités
Absorbance	Loi de Beer-Lambert	$A_{\lambda} = k \times c$ ou $A_{\lambda} = \varepsilon_{\lambda} \times l \times c$	$A_{\lambda} = f(c)$ est une droite passant par l'origine : A_{λ} et c sont proportionnels.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ A_{λ} : l'absorbance de la solution à la longueur d'onde λ ➤ ε_{λ} : le coefficient d'extinction molaire de l'espèce chimique en $L.mol^{-1}.cm^{-1}$ ➤ l : la largeur de la cuve en cm ➤ c : la concentration en $mol.L^{-1}$

Etapes d'un dosage par étalonnage :

- Trouver λ_{\max}
- Mesurer l'absorbance de différentes solutions de concentrations connues
- Tracer la courbe $A=f(c)$
- Mesurer l'absorbance de la solution inconnue
- Lire la concentration sur la courbe d'étalonnage ou utiliser la relation entre l'absorbance et la concentration.

Kohlrausch
Dosage par étalonnage

Mesure	Nom de la loi	Formule	Analyse de courbe	Unités
Conductivité	Loi de Kohlrausch	$\sigma = kc$ ou $\sigma = \sum \lambda_i \cdot [X_i]$	$\sigma = f(c)$ est une droite passant par l'origine : σ et c sont proportionnels.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ σ la conductivité de la solution en siemens par mètre ($S.m^{-1}$) ➤ $[X_i]$ la concentration en $mol.m^{-3}$. ➤ λ_i la conductivité molaire ionique en $S.m^2.mol^{-1}$

Voici les étapes d'un dosage par étalonnage :

- Mesurer la conductivité de différentes solutions de concentrations connues
- Tracer la courbe $\sigma=f(c)$
- Mesurer l'absorbance ou la conductivité de la solution inconnue
- Lire la concentration sur la courbe d'étalonnage ou utiliser la relation entre la conductivité et la concentration.

ACIDE-BASE

	Définitions	Notation	Couple acide-base conjugués
Acide	Espèce capable de céder un proton H^+	AH	AH/A⁻
Base	Espèce capable de capter un proton H^+	A⁻	

Quelques couples

L'eau (espèce amphotère)	l'acide carbonique	acide carboxylique	amine
<ul style="list-style-type: none"> ➤ H_3O^+/H_2O ➤ H_2O/HO^- 	H_2CO_3/HCO_3^- HCO_3^-/CO_3^{2-}	$R-COOH/R-COO^-$	$R-NH_3^+/R-NH_2$

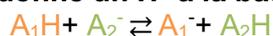
Solutions aqueuses d'acides et de bases courantes

Nom de la solution	Formules des espèces dissoutes
Acide chlorhydrique	$(H_3O^+(aq), Cl^-(aq))$
Acide nitrique	$(H_3O^+(aq), NO_3^-(aq))$
Acide éthanoïque	$(CH_3COOH(aq))$
Soude ou Hydroxyde de sodium	$(Na^+(aq), HO^-(aq))$
Ammoniac	$(NH_3(aq))$

$H_3N^+-CHR-COO^-$ est un acide α -aminé. C'est une espèce amphotère appartenant au deux couples suivants :

- $H_3N^+-CHR-COOH / H_3N^+-CHR-COO^-$
- $H_3N^+-CHR-COO^- / H_2N-CHR-COO^-$

Réaction acide base : L'acide A_1H donne un H^+ à la base A_2^-

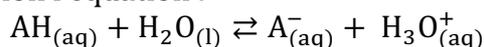


La double flèche indique que la réaction n'est pas toujours totale.

Le pH est défini par : $pH = -\log\left(\frac{[H_3O^+]}{c^0}\right)$

Réciproquement : $[H_3O^+] = c^0 \times 10^{-pH}$ Avec $c^0 = 1,00 \text{ mol. L}^{-1}$

L'acide réagit avec l'eau selon l'équation :



On associe à cette équation une **constante d'acidité K_a** :

$$K_a = \frac{[A^-]_{eq} \times [H_3O^+]_{eq}}{[AH]_{eq} \times c^0}$$

Et $pK_a = -\log(K_a)$

Autoprotolyse de l'eau

L'eau réagit avec elle-même selon l'équation : $2\text{H}_2\text{O}_{(l)} = \text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)}$

$$K_e = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}} \times [\text{HO}^-]_{\text{eq}}}{(c^0)^2} = 10^{-14}$$

$$\text{p}K_e = -\log(K_e) = 14$$

Acide fort/bases fortes

Les acides forts et bases fortes réagissent totalement avec l'eau

Pour un acide fort $\text{pH} = -\log(c)$. Avec c la concentration de l'acide fort.

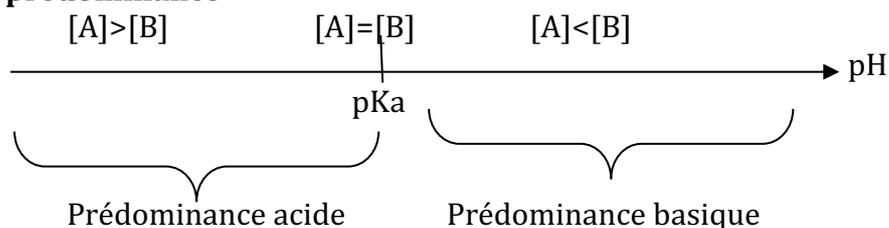
Pour un base forte $\text{pH} = 14 + \log(c)$. Avec c la concentration de la base forte.

Les $\text{p}K_a$ nous indiquent sur la force d'un acide :

Plus le $\text{p}K_a$ est petit plus l'acide est fort.

Plus le $\text{p}K_a$ est grand plus la base est forte.

Diagramme de prédominance



Les indicateurs colorés sont des couples acido-basiques dont la couleur de l'acide est différente de celle de la base. D'où leur intérêt pour savoir si une solution est acide ou basique lors d'un titrage

Une solution tampon contient un acide faible et sa base conjuguée en concentrations de même ordre de grandeur. Ce sont des solutions où le pH ne varie presque pas lors d'une dilution modérée ou d'un ajout modéré d'acide ou de base.

Titrage conductimétrique

Titre massique	Masse volumique	Densité	Concentration molaire	Concentration massique
$w = \frac{m_{\text{soluté}}}{m_{\text{solution}}}$	$\rho_{\text{solution}} = \frac{m_{\text{solution}}}{V_{\text{solution}}}$	$d = \frac{\rho_{\text{solution}}}{\rho_{\text{eau}}}$	$C = \frac{n_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}}$	$C_m = \frac{m_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}}$

Un dosage par titrage direct consiste à faire réagir deux solutions dont une a une concentration connue et l'autre non. La réaction qui sert de dosage doit être **totale**, **rapide** et **unique**.

L'équivalence correspond au mélange stœchiométrique des réactifs pour la réaction mis en jeu. A l'équivalence, il y a changement du réactif limitant.

Soit le dosage de A par B selon l'équation : $a A + b B \rightarrow c C + d D$

$$\frac{n_{\text{initial}}(A)}{a} = \frac{n_{\text{eq}}(B)}{b}$$

Nous pouvons ainsi connaître la quantité de matière, la masse ou la concentration de l'espèce dosée.

	Colorimétrique	Conductimétrique
Montage		
Courbe		
Repérer l'équivalence	Changement de couleur	Croisement des deux portions de droite

Titration pH-métrique

Titre massique	Masse volumique	Densité	Concentration molaire	Concentration massique
$W = \frac{m_{\text{soluté}}}{m_{\text{solution}}}$	$\rho_{\text{solution}} = \frac{m_{\text{solution}}}{V_{\text{solution}}}$	$d = \frac{\rho_{\text{solution}}}{\rho_{\text{eau}}}$	$C = \frac{n_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}}$	$C_m = \frac{m_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}}$

Un dosage par titrage direct consiste à faire réagir deux solutions dont une a une concentration connue et l'autre non. La réaction qui sert de dosage doit être **totale**, **rapide** et **unique**.

L'équivalence correspond au mélange stœchiométrique des réactifs pour la réaction mis en jeu. A l'équivalence, il y a changement du réactif limitant.

Soit le dosage de A par B selon l'équation : $a A + b B \rightarrow c C + d D$

$$\frac{n_{\text{initial}}(A)}{a} = \frac{n_{\text{eq}}(B)}{b}$$

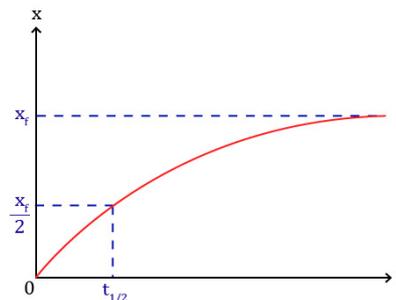
Nous pouvons ainsi connaître la quantité de matière, la masse ou la concentration de l'espèce dosée.

	Colorimétrique	pH-métrique
Montage	<p>Burette graduée Solution titrante (concentration connue)</p> <p>Erlenmeyer Solution à titrer (concentration à déterminer) Agitateur magnétique Barreau aimanté</p>	<p>Burette contenant la solution titrante</p> <p>Noix avec sa pince</p> <p>Potence</p> <p>Bécher</p> <p>Barreau aimanté</p> <p>pH-mètre</p> <p>Sonde du pH-mètre</p> <p>Solution titrée : $V_A = 20,0 \text{ mL}$</p> <p>Agitateur magnétique</p>
Courbe		<p>pH</p> <p>pH_E</p> <p>$\frac{dpH}{dV}$</p> <p>V_E</p> <p>Volume versé V (mL)</p>
Repérer l'équivalence	Changement de couleur	<p>Méthode des tangentes parallèles</p> <p>Courbe $\frac{dpH}{dV} = f(V)$, V_{eq} maximum de cette courbe.</p> <p>Utiliser un indicateur coloré (pH_{eq} dans la zone de virage)</p>

CINETIQUE

Facteurs cinétiques	
Température	Plus la température est élevée, plus la réaction est rapide
Concentration	Plus la concentration initiale des réactifs est élevée, plus la réaction est rapide.
Catalyseur	Un catalyseur augmente la vitesse de réaction sans modifier l'état d'équilibre du système. Un catalyseur n'apparaît pas dans l'équation de la réaction

Le temps de demi-réaction notée $t_{1/2}$ est la durée nécessaire pour laquelle $x = \frac{x_f}{2}$.



Vitesse		
Vitesse volumique de réaction	Vitesse volumique de formation d'un produit	Vitesse volumique de disparition d'un réactif
$v = \frac{1}{V} \frac{dx(t)}{dt}$	$v_f = \frac{d[P](t)}{dt}$	$v_d = -\frac{d[R](t)}{dt}$

Mathématiquement, la dérivée d'une fonction en un point, est la pente (coefficient directeur de la tangente) en ce point.

Loi de vitesse d'ordre 1	$v_d = k \times [R]_{(t)}$	v en fonction de la concentration est une droite passant par l'origine.
---------------------------------	----------------------------	---

Equation différentielle en cas de vitesse d'ordre 1 :

$$v_d = -\frac{d[R]_{(t)}}{dt}$$

$$k \times [R]_{(t)} = -\frac{d[R]_{(t)}}{dt}$$

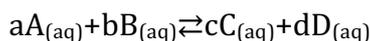
Solution de l'équation différentielle : $[R]_{(t)} = [R]_i \times e^{-k \times t}$

Pour identifier, à partir de données expérimentales, si l'évolution d'une concentration suit ou non une loi de vitesse d'ordre 1, trois méthodes sont possibles :

- Vérifier que $[R]_{(t)}$ est une fonction exponentielle
- Vérifier que $\ln([R]_{(t)})$ est une fonction affine
- Vérifier que v_d est une fonction linéaire

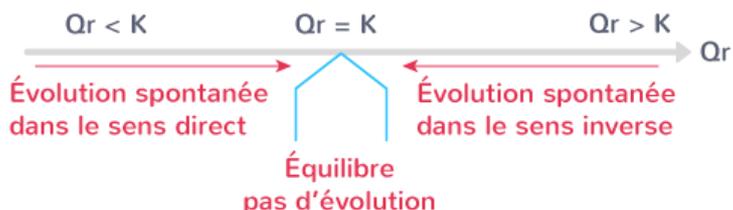
$$t_{1/2} = \ln(2)/k$$

PILES



Taux d'avancement	Quotient de réaction
$\tau = \frac{X_f}{X_{max}}$	$Q_r = \frac{[C]^c \times [D]^d}{[A]^a \times [B]^b}$
Si $\tau = 1$ transformation totale. Si $\tau < 1$ transformation est non totale.	Si A, B, C ou D est le solvant ou un solide, on remplacera sa « concentration » dans Q_r par le chiffre 1.

A l'équilibre : $Q_{r,eq} = \frac{[C]_{eq}^c [D]_{eq}^d}{[A]_{eq}^a [B]_{eq}^b} = K(T)$



Une pile est composée de deux demi-piles. Chaque demi-pile contient l'oxydant et le réducteur d'un couple. Les demi-piles sont reliées par un pont salin (ou séparées par une paroi poreuse).

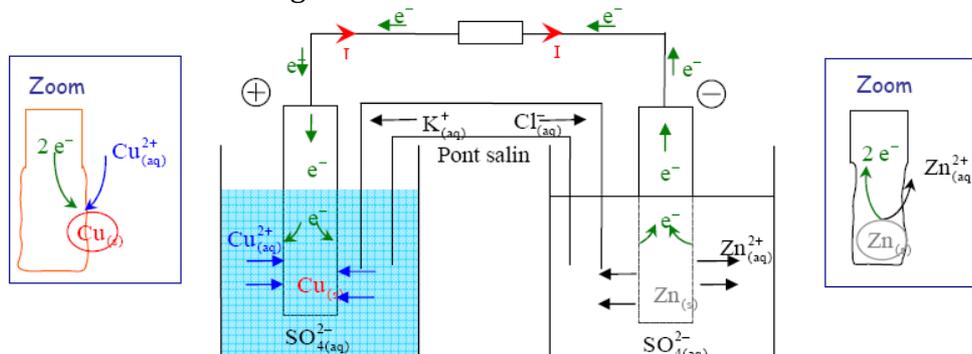
Le pont salin sert :

- A fermer le circuit afin de permettre la circulation du courant électrique.
- A assurer l'électroneutralité des solutions de chaque demi-pile.

Par définition :

- L'**a**node est l'électrode qui est le siège d'une **o**xydation (moyen mnémotechnique les deux commencent par une voyelle).
- La **c**athode est l'électrode qui est le siège d'une **r**éduction (moyen mnémotechnique les deux commencent par une consonne).

Remarque : un voltmètre ou un ampèremètre indiquent une valeur positive si la borne « com » est reliée à la borne négative.



Charge Q

$$Q = I \times \Delta t$$

$$Q = n_{(e^-)} \times N_A \times e = n_{(e^-)} \times F$$

Concentration apportée et effective :

Dans une solution de sulfate de potassium, $2K^+ + SO_4^{2-}$ de concentration C en soluté, on a :

$$[K^+] = 2C \text{ et } [SO_4^{2-}] = C$$

Nomenclatures chimie organique

Nombre de carbone	Nom
1	Méth
2	Eth
3	Prop
4	But
5	Pent
6	Hex
7	Hept
8	Oct
9	Non
10	Déca

Mnémotechnique :
 Maman Est Partie,
 Bébé Pleure.

Alcane linéaires : composés de carbone et hydrogènes sans liaisons multiples
 Nom de l'alcane linéaire = Corps du nom (désigne le nombre d'atomes C) + Suffixe **ane**

Formule semi-développée	Nom	Nombre de carbone de la chaîne linéaire
CH ₄	Méthane	1
CH ₃ -CH ₃	Ethane	2
CH ₃ -CH ₂ -CH ₃	Propane	3
CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	Butane	4
CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	Pentane	5
CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	Hexane	6
CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	Heptane	7
CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	Octane	8
CH ₃ -CH ₂ -CH ₃	Nonane	9
CH ₃ -CH ₂ -CH ₃	Décane	10

Alcane ramifiés

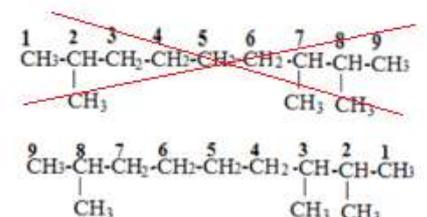
Nom de l'alcane ramifié = Préfixe (noms et positions des ramifications) + Corps du nom + Suffixe **ane**

- La chaîne principale est toujours la chaîne linéaire la plus longue.
- La chaîne principale porte le nom de alcane correspondant
- Le nom de la ramification est le nom du groupe alkyle

Formule semi-développée de l'alkyle	Nom	Nombre de carbone
CH ₃ -	Méthyl	1
CH ₃ -CH ₂ -	Ethyl	2
CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -	Propyl	3
CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -	Butyl	4
CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -	Pentyl	5
CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -	Hexyl	6

- Les positions des ramifications doivent être indiquées par des indices si une confusion est possible.
- Les ramifications sont écrites par ordre alphabétique avec des indices di (2), tri(3)...
- La numérotation de la chaîne principale commence par l'extrémité à partir de laquelle apparaît en premier lieu le plus grand nombre de ramifications

Exemple: 2,3,8-triméthylnonane et non 2,7,8-triméthylnonane



Fonctions chimiques

Nom des fonctions chimiques = Préfixes éventuels + Corps du nom + Suffixe ane + indice de position si nécessaire + suffixe d'une fonction

Familles	Fonction Chimique	Groupe	Préfixe	Suffixe « ane »	Indice de position	Suffixe Fonction
Aldéhyde		Carbonyle		an		al
Cétone		Carbonyle		an	Oui	one
Alcool	-OH	Hydroxyle		an	Oui	ol
Acide carboxylique		Carboxyle	acide	an		oïque
Amine primaire	-NH ₂	Amine		an	Oui	amine
Dérivé halogéné (X halogène)	-X		Halogéno (par exemple chloro)	ane	Oui	
Ester		Ester		an		oate de ...yle
Amide		Amide		an		amide

a) La chaîne principale est la chaîne la plus longue portant le carbone fonctionnel. Dans le cas de l'acide carboxylique, de l'aldéhyde, de l'ester et de l'amide, ce carbone est le carbone 1 de la chaîne.

b) Les chaînes ramifiées sont désignées normalement par des suffixes -yl, leur position d'attache à la chaîne principale est déterminée normalement par des indices.

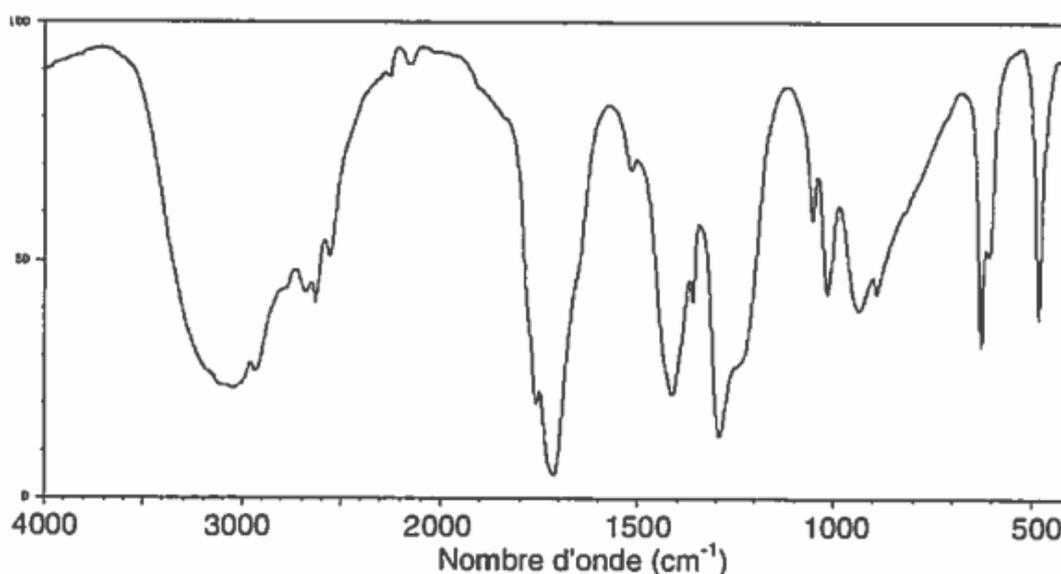
Spectroscopie

La spectroscopie IR **permet d'identifier la nature des liaisons et donc d'identifier les groupes caractéristiques** dans une molécule organique.

Elle ne permet pas d'identifier le squelette carboné de la molécule.

Les spectres IR présentent généralement :

- En abscisse, le nombre d'onde $\sigma = 1/\lambda$ exprimé en cm^{-1} . L'échelle est orientée vers la gauche et elle n'est pas toujours linéaire.
- En ordonnée, la transmittance T en pourcentage.



A l'aide d'une table spectroscopique, nous pouvons déterminer les différents groupes caractéristiques.

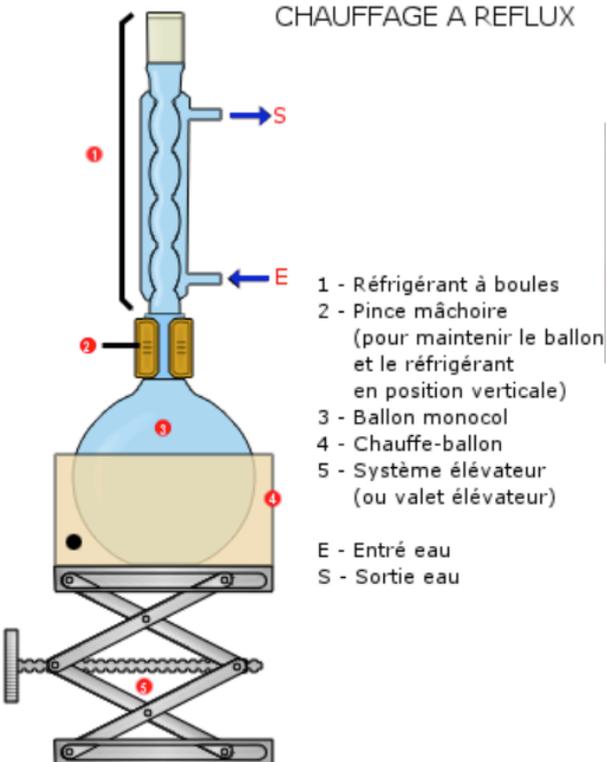
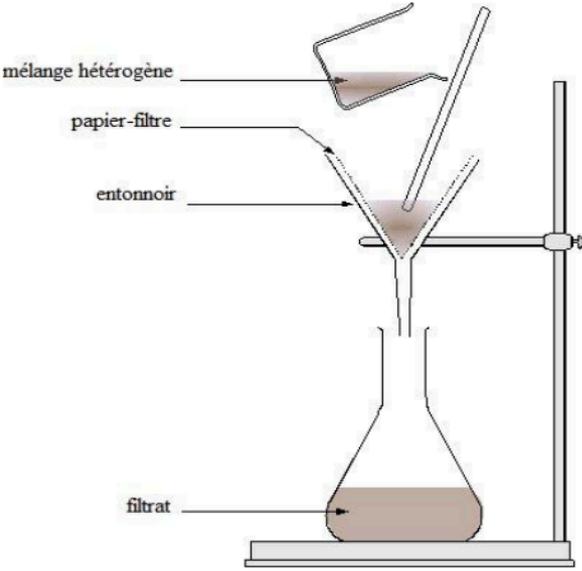
Table spectroscopique IR simplifiée :

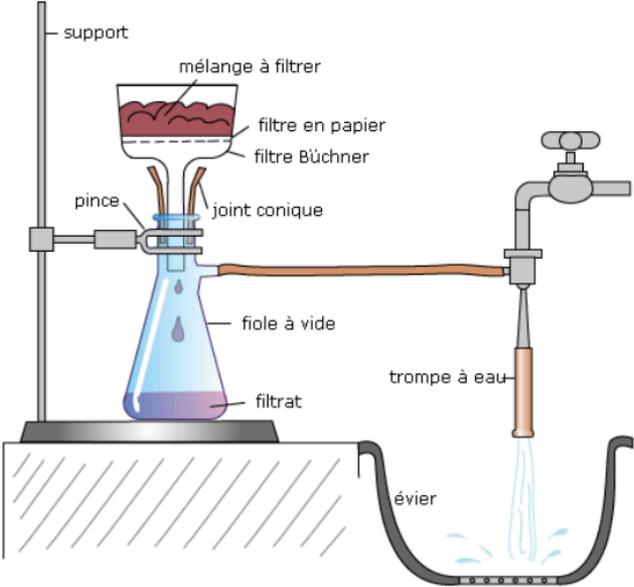
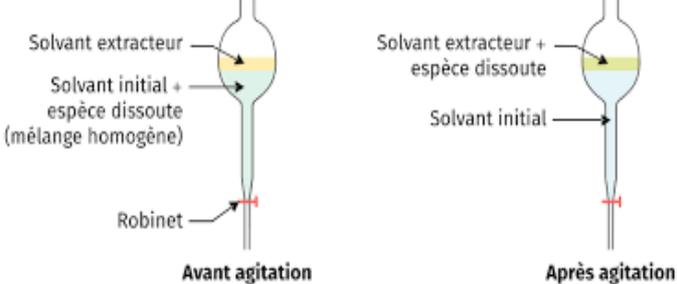
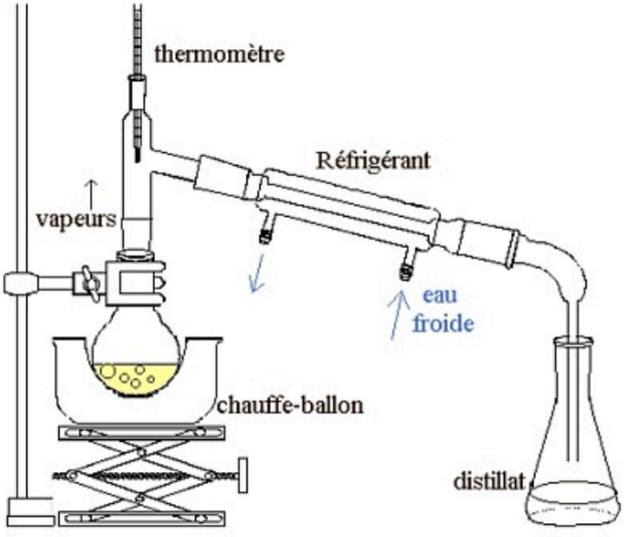
Liaison	Nombre d'onde (cm^{-1})	Intensité
O-H alcool libre	3500 - 3700	forte, fine
O-H alcool lié	3200 - 3400	forte, large
O-H acide carboxylique	2500 - 3200	forte à moyenne, large
N-H amine	3100 - 3500	moyenne
N-H amide	3100 - 3500	forte
N-H amine ou amide	1560 - 1640	forte ou moyenne
C _{tri} - H	3000 - 3100	moyenne
C _{tét} - H	2800 - 3000	forte
C = O ester	1700 - 1740	forte
C = O amide	1650 - 1740	forte
C = O aldéhyde et cétone	1650 - 1730	forte
C = O acide	1680 - 1710	forte

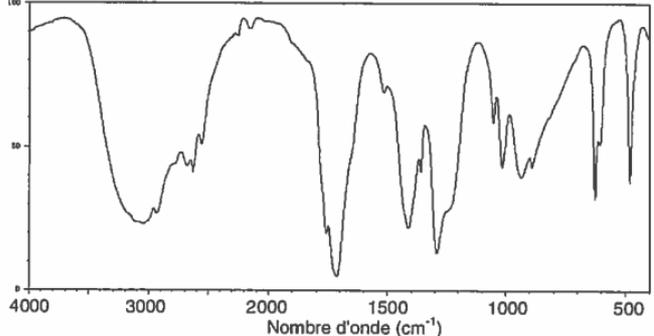
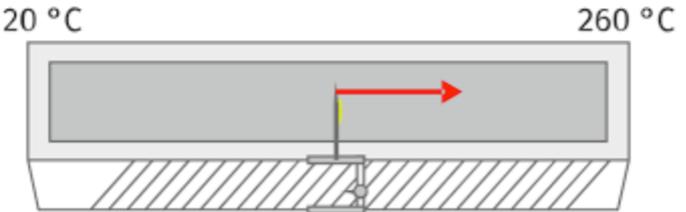
SYNTHESE ORGANIQUE

Etapas de synthèse organique :

1. Réaction chimique
2. Extraction du produit brut
3. Purification
4. Analyse du produit pur

Etapas	Nom du montage	Rôle	Montage
<p>Réaction chimique</p>	<p>Chauffage à reflux</p>	<p>Accélérer la réaction sans perte de matières</p>	<p style="text-align: right;">CHAUFFAGE A REFLUX</p>  <p>1 - Réfrigérant à boules 2 - Pince mâchoire (pour maintenir le ballon et le réfrigérant en position verticale) 3 - Ballon monocol 4 - Chauffe-ballon 5 - Système élévateur (ou valet élévateur)</p> <p>E - Entré eau S - Sortie eau</p>
<p>Extraction du produit brut</p>	<p>Filtration simple</p>	<p>Séparer un mélange solide liquide</p>	 <p>mélange hétérogène papier-filtre entonnoir filtrat</p>

Etapas	Nom du montage	Rôle	Montage
Extraction du produit brut	Filtration sous vide	Séparer un mélange solide liquide	
	Extraction par solvant	Extraire une espèce chimique E d'un mélange aqueux	 <p data-bbox="715 1122 1406 1301">Le solvant S doit être non-miscible à l'eau ; L'espèce E doit être très soluble dans le solvant S ; Le solvant S ne doit pas être trop dangereux ; Le solvant S doit être volatil afin de pouvoir être facilement éliminé en fin d'extraction.</p>
Purification	Distillation Pour un liquide		
	Recristallisation Pour un solide		

Etapes	Nom du montage	Rôle	Montage
Analyse du produit pur	Chromatographie sur couche mince C.C.M	<p>Vérifier si corps pur ou mélange</p> <p>Vérifier si deux molécules sont identiques</p>	 <p>Verticalement :</p> <ul style="list-style-type: none"> • présence de plusieurs taches = mélange • Une seule tache = corps pur <p>Horizontalement:</p> <ul style="list-style-type: none"> • deux taches à la même hauteur = molécules identiques
	spectre IR	Vérifier la famille de la molécule organique	
	Banc Köfler	Vérification de la température de fusion	

Rendement :

$$\eta = \frac{n_{\text{produit}}}{n_{\text{theorique}}}$$