

Informations générales

Instructions

- Tu as X:XXh pour réaliser l'examen pratique. Avant cela, tu as 10 min pour le parcourir. Attends le signal **START** pour débiter la partie expérimentale.
- Arrête immédiatement ton travail lorsque le signal **STOP** a été donné.
- Écris ton nom sur chacune des feuilles de questions.
- Seules les réponses écrites sur les feuilles de réponse seront prises en compte. Tu as le droit d'écrire sur le verso de ces feuilles si tu as besoin de plus d'espace.
- Note tous les calculs nécessaires, observations et données obtenues de manière lisible.
- Ne communique avec aucun des participants durant tout la durée de l'examen. Tu es autorisé à parler doucement aux assistants de laboratoire.
- Reste à la place qui t'as été assignée. Ne quitte ta place de travail que si tu as reçu la permission de le faire.
- Tu as le droit de demander aux assistants de laboratoire plus d'eau désionisée, de glace ou de gants. Toute autre demande de matériel conduira à une déduction de points.
- Un comportement dangereux ou gênant peut mener à l'expulsion de l'examen.
- L'examen contient **3** problèmes.

Viel Erfolg!

Bonne chance!

Buona fortuna!

Good luck!



Tableau périodique des éléments

Periodic Table of Elements

1 H 1.008																	2 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01															9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31															17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.97	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.95	43 Tc [98]	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.90	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57-71 La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.84	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [212]
87 Fr [223]	88 Ra [226]	89-103 Ac [227]	104 Rf [267]	105 Db [268]	106 Sg [269]	107 Bh [270]	108 Hs [270]	109 Mt [278]	110 Ds [281]	111 Rg [282]	112 Cn [285]	113 Nh [286]	114 Fl [289]	115 Mc [290]	116 Lv [293]	117 Ts [294]	118 Og [294]
57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 140.24	61 Pm [145]	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.05	71 Lu 174.97			
89 Ac [227]	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np [237]	94 Pu [244]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [266]			

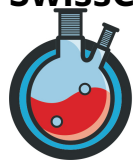
SwissChO Practical Exam 2024



**CHEMISTRY.
OLYMPIAD.CH**
CHEMIE-OLYMPIADE
OLYMPIADES DE CHIMIE
OLIMPIADI DELLA CHIMICA

G0-3

French (French Version)



Fiche de points

NE DOIT PAS ÊTRE REMPLI PAR LE PARTICIPANT

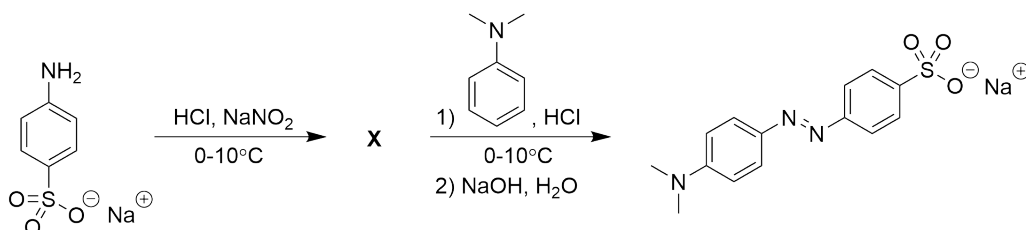
Nom du participant : _____

Problèmes	Titre	Points maximum	Points obtenus	Pages
P1	Synthèse du méthylorange	33.0 pts		7
P2	Titration d'un acide inconnu	28.0 pts		5
P3	Oh mon Beau Cuivre	25.0 pts		4
Total		86.0 pts		15



Synthèse du Méthylorange

(33.0 pt)



Durant cette expérience, tu synthétiseras un colorant azoïque : le méthylorange. Le produit sera analysé à l'aide d'une chromatographie sur couche mince (CCM). Les colorants azoïques sont une classe de colorant qui sont généralement obtenus à la suite d'une substitution électrophile sur un aromatique.

Matériel

- | | |
|--|--|
| • 1 × pipette jaugée 10 mL | • 1 × ballon 100 mL |
| • 1 × bécher pour les déchets aqueux 400 mL | • 1 × bécher 50 mL |
| • 1 × ballon 50 mL | • 1 × entonnoir Büchner |
| • 1 × flacon en verre | • 1 × bain glacé |
| • 1 × spatule en métal | • 1 × bain d'huile |
| • 1 × crayon | • 1 × règle |
| • 1 × plaque chauffante | • 1 × fiole à filtrer |
| • 1 × thermomètre (−10 °C – 250 °C) | • 1 × chambre pour la CCM |
| • 1 × lampe UV (partagée avec plusieurs personnes) | • 1 × verre de montre |
| • 2 × agitateur magnétique | • 3 × plaque pour la CCM |
| • 4 × capillaires | • 4 × papier filtre |
| • 4 × pipettes Pasteur | • 4 × flacon pour la CCM |
| • 1 × condensateur à reflux (déjà connecté à l'eau courante) | • 1 × pissette d'eau distillée (pourra être remplie à nouveau sans pénalité) |
| • papier pH | • 3 × capillaires en verre |

Produits chimiques

- | | |
|--|--|
| • Solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (NaOH _(aq)) 10% | • Eau désionisée (H ₂ O) |
| • Méthanol (CH ₃ OH) | • Acide sulfanilique (NH ₂ C ₆ H ₄ SO ₃ H) |



- Carbonate de sodium (Na_2CO_3)
- Solution aqueuse d'acide chlorhydrique (HCl) : 3 mol L^{-1} et solution avec un rapport de concentration de 1 :6 HCl :water solution
- N,N-Diméthyle aniline ($\text{C}_6\text{H}_5\text{N}(\text{CH}_3)_2$) (fournie dans une balon de 100 mL fixé dans un bain glacé)
- Nitrite de sodium (NaNO_2)
- Éluent : 6 :1 propan-1-ol ($\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$) :solution d'ammoniaque ($\text{NH}_3(\text{aq})$) 28%

Procédure

1. **Mets de côté** une pointe de spatule d'acide sulfanilique ($\text{NH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{H}$) dans un petit flacon de CCM, puis **dissous**-la en ajoutant approximativement 1 mL de méthanol.
2. Dans un bécher de 50 mL, **verse** le reste d'acide sulfanilique (2.1 mmol, $\text{NH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{H}$) et **ajoute** 7 mL d'eau distillée.
3. **Ajoute** lentement la quantité donnée (0.13 g) de carbonate de sodium afin de neutraliser l'acide.
4. **Ajoute** un agitateur magnétique dans le bécher et utilise-le pour **mélanger** le tout jusqu'à obtention d'une solution claire.
5. Pendant ce temps, **ajoute** la quantité fournie (0.2 g) de nitrite de sodium dans un petit flacon en verre et **dissous**-le en utilisant environ 1 mL d'eau distillée.
6. **Ajoute** goutte à goutte cette solution dans le bécher contenant l'acide sulfanilique, en utilisant pour cela une pipette Pasteur.
7. Dans un ballon de 50 mL, refroidis 4 mL de HCl (dont la concentration est de rapport 1 :6 pour HCl : eau) à l'aide du bain de glace.
8. **Ajoute** un agitateur magnétique dans la solution de HCl et utilise-le pour commencer à la mélanger.
9. **Transfère lentement** la solution préparée du point 6 dans la solution froide de HCl à l'aide d'une pipette Pasteur.
10. **Vérifie que la température du mélange ne dépasse pas les 10°C suite à l'addition de solution !**
11. Lorsque tu as ajouté tout la solution, **continue à mélanger** le tout avec l'agitateur magnétique pendant au moins 2 minutes.
12. **Maintiens** cette solution contenant l'intermédiaire **X** au froid.
13. **Dissous** la quantité fournie de N,N-dimethylaniline (2.1 mmol), déjà contenue dans un ballon de 100 mL serré dans un bain d'eau glacée, dans 10 mL de 3 mol L^{-1} HCl et **laisse refroidir** à 5°C.
14. **Ajoute**, dans le ballon de 100 mL, la solution préparée précédemment contenant l'intermédiaire **X**, goutte à goutte en utilisant une pipette Pasteur.
15. **Maintiens** le mélange au froid durant cet ajout.
16. Après avoir versé toute la solution, **continue à mélanger** le tout avec l'agitateur magnétique pendant au moins 15 minutes.
17. **Verse** lentement du NaOH 10% dans ton mélange jusqu'à que la couleur de toute la solution devienne jaune (environ 10 – 20 mL seront nécessaires).
18. Utilise un entonnoir Büchner, un papier filtre et une fiole à filtrer pour filtrer le précipité sous vide.
19. **Prends** une pointe de spatule de ton produit, et **transfère**-le dans un nouveau flacon de CCM. **Dissous** ton produit dans environ 1 mL de méthanol.
20. **Effectue** une analyse par CCM de ton produit et de l'acide sulfanilique en utilisant le mélange 6 :1 propan-1-ol :28% solution d'ammoniaque comme éluant. **Fais attention** en ouvrant la bouteille d'éluant, il peut y avoir une évaporation de l'ammoniaque.
21. **Assure**-toi que tu as bien étiqueté ta plaque de CCM avec ton nom afin qu'elle puisse être récoltée à la fin de l'examen.



Purification

1. **Rince** le ballon de 100 mL utilisé précédemment plusieurs fois avec de l'eau distillée. Tu peux **ajouter** quelques gouttes d'acide chlorhydrique en solution pour aider à dissoudre des résidus. **N'oublie pas** de retirer l'agitateur magnétique et de le nettoyer également.
2. **Transfère** ton produit de ton papier filtre dans un ballon de 100 mL.
3. **Ajoute** un agitateur magnétique dans le ballon.
4. **Ajoute** environ 20 mL d'eau désionisée et enclenche l'agitation.
5. **Ajoute** de la solution de NaOH 10 % dans le mélange jusqu'à que le pH de la solution soit légèrement basique (vérifie avec du papier pH).
6. **Connecte** le ballon au condensateur à reflux.
7. **Lève la main** pour faire vérifier le montage par un assistant avant de continuer.
8. Pendant que la solution est agitée, **chauffe** le mélange jusqu'à ébullition dans un bain d'huile, en ajoutant petit à petit plus d'eau désionisée, jusqu'à ce que le solide soit complètement dissous. **NE CHAUFFE JAMAIS LE BAIN D'HUILE À PLUS DE 110°C, vérifie continuellement avec le thermomètre.**
9. Lorsque tout le solide est dissous, **arrête** de chauffer et **retire** le ballon du bain d'huile chaud.
10. **Laisse** la solution **refroidir** jusqu'à température ambiante avant de la **refroidir** à 0 °C dans un bain de glace.
11. Une fois que tout le solide a recristallisé, utilise l'entonnoir Büchner, le papier filtre et la fiole à filtrer pour filtrer le précipité sous vide.
12. **Nettoie** le solide trois fois avec un peu d'eau désionisée glacée.
13. **Laisse** l'air aspirer le produit filtré pendant 2-3 minutes.
14. **Déconnecte** la source de vide et laisse le produit sécher à l'air libre.
15. **Transfère** le produit depuis le papier filtre à un verre de montre sur lequel tu auras indiqué ton nom, et laisse le tout sur ta paillasse.
16. **Prélève** une petite quantité de ton produit, **transfère-le** dans un nouveau flacon de CCM et dissous-le dans environ 1 mL de méthanol.
17. **Effectue** une analyse par CCM de ton produit et de l'acide sulfanilique en utilisant le mélange 6 :1 propan-1-ol :28% solution d'ammoniaque comme éluant. **Fais attention** en ouvrant la bouteille d'éluant, il peut y avoir une évaporation de l'ammoniaque.
18. **Assure-toi** que tu as bien étiqueté ta plaque de CCM avec ton nom afin qu'elle puisse être récoltée à la fin de l'examen.
19. **Etiquette** les 2 plaques de CCM de manière à indiquer clairement laquelle tu as réalisé avant et après la purification.



1.1 Dessine la structure de l'intermédiaire **X**. 1.0 pt

1.2 Au cours de cette réaction, la molécule substituée en *para* est essentiellement produite. **Explique** pourquoi c'est le cas et appuie ton raisonnement sur les structures de résonance. 5.0 pt

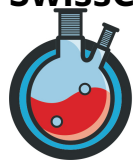
1.3 Le colorant formé est un indicateur de pH qui change de couleur autour d'un pH de 3-4. **Propose** la structure du colorant à pH 2 et à pH 5 2.0 pt

1.4 Selon ta CCM réalisée avant la purification, **donne** la valeur de R_f du produit. 1.0 pt

$R_f =$ _____

1.5 Selon ta CCM avant la purification, **indiquer** si le produit contient encore les substances de départ. 1.0 pt

☐ Oui ☐ Non



- 1.6** **Indique** si tu t'attends à ce que la valeur R_f du produit change après la purification. Confirme ton affirmation en comparant les valeurs R_f de tes analyses CCM avant et après la purification. 2.0 pt

☐ R_f change ☐ R_f ne change pas

- 1.7** Selon la CCM après la purification, **indique** si le produit contient encore des substances de départ. 1.0 pt

☐ Il y a encore des substances de départ ☐ Il ne reste plus des substances de départ



Titration d'un acide inconnu

(28.0 pt)

Matériel

- 1 × pipette jaugée 10 mL
- 1 × fiole jaugée 100 mL
- 1 × bécher pour les déchets aqueux 600 mL
- 1 × plaque agitatrice
- 2 × agitateur magnétique
- 1 × bécher 100 mL
- 1 × burette 50 mL
- 1 × petit entonnoir en verre
- 1 × bouteille d'eau
- 3 × Erlenmeyer à col large 200 mL

Produits chimiques

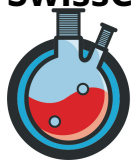
- Phénolphthaléine 1% dans de l'éthanol
- solution d'acide chlorhydrique (HCl) 0.100 mol L^{-1}
- Eau désionisée
- solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) $\approx 0.05 \text{ mol L}^{-1}$
- Un échantillon de l'acide inconnu déjà dissous se trouve dans une fiole jaugée de 100 mL (voir "liste des acides potentiellement contenus dans l'échantillon" à la fin de la section)

Procédure

Partie 1 : Standardisation de la solution d'hydroxyde de sodium

1. **Transfère** 10.0 mL d'une solution d'acide chlorhydrique 0.100 mol L^{-1} dans un Erlenmeyer de 200 mL.
2. **Ajoute** un peu d'eau désionisée à ta solution (environ 20 - 40 mL) pour mieux voir les changements durant la titration.
3. **Ajoute** un agitateur magnétique dans ton Erlenmeyer.
4. **Ajoute** 4 à 5 gouttes de la solution de l'indicateur phénolphthaléine.
5. **Remplis** ta burette de 50 mL avec la solution d'hydroxyde de sodium fournie avec une concentration approximative de 0.05 mol L^{-1} à l'aide d'un entonnoir en verre.
6. **Titre** ta solution d'acide chlorhydrique tout en agitant ta solution.
7. **Répète** les étapes 1 à 6 deux fois encore et **relève** le volume d'hydroxyde de sodium utilisé.
8. **Reporte** ici les valeurs mesurées, que tu utiliseras pour d'autres calculs sur la dernière ligne.

Répétitions du titrage	Volume utilisé [mL]
------------------------	---------------------



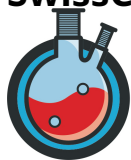
1		
2		
3		
4		
5		
Résultat final		

Partie 2 : Titration de l'acide inconnu

- Tu as reçu un échantillon déjà dissous de l'acide inconnu dans une fiole jaugée de 100 mL. La masse d'acide dissous est indiqué sur la fiole jaugée. **Reporte** la masse de ton échantillon ci-dessous :
- $m_{\text{sample}} = \text{_____ g}$
- Remplis** la fiole jaugée de 100 mL jusqu'à la marque avec de l'eau désionisée, et **agite**-là pour homogénéiser le mélange
- Transfère** 10.0 mL de ta solution de ta fiole jaugée de 100 mL à une Erlenmeyer de 200 mL.
- Ajoute** un peu d'eau déionisée à ta solution (environ 20 - 40 mL) pour mieux voir les changements durant la titration.
- Ajoute** un agitateur magnétique dans ton Erlenmeyer
- Ajoute** 4 à 5 gouttes de la solution de l'indicateur phénolphthaléine.
- Remplis** ta burette de 50 mL avec la solution d'hydroxyde de sodium fournie avec une concentration approximative de 0.05 mol L^{-1} .
- Titre** ta solution tout en l'agitant
- Répète** les étapes 3 à 8 deux fois encore et **relève** le volume d'hydroxyde de sodium utilisé.
- Rapporte** les valeurs finales que tu utiliseras pour d'autres calculs sur la dernière ligne.

Répétitions du titrage	Volume consumed [mL]
1	

SwissChO Practical Exam 2024

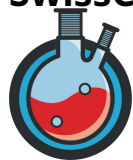


**CHEMISTRY.
OLYMPIAD.CH**
CHEMIE-OLYMPIADE
OLYMPIADES DE CHIMIE
OLIMPIADI DELLA CHIMICA

P2-3

French (French Version)

2		
3		
4		
5		
Résultat final		



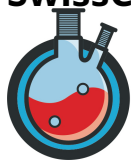
Theoretical Questions

- 2.1** Calcule la concentration exacte de la solution hydroxyde de sodium en utilisant les résultats de la partie 1. **Développe clairement** tes calculs. 3.0 pt

$$c_{\text{NaOH}} = \text{_____} \text{ mol L}^{-1}$$

- 2.2** Calcule le nombre de moles d'acide contenues dans ton échantillon. **Développe clairement** tes calculs. 4.0 pt

$$n_{\text{acid}} = \text{_____} \text{ mol}$$



2.3 Détermine l'acide présent dans l'échantillon qui t'as été fourni en utilisant le tableau plus bas. **Développe clairement** tes calculs. 3.0 pt

Acide : _____

Liste des acides potentiellement présents dans la solution

Nom	Structure	valeur du pK_a	Masse molaire $[g\ mol^{-1}]$
Acide acétique		4.76	60.052
Acide ascorbique		4.10, 11.6	176.12
Acide benzoïque		4.20	122.123
Acide citrique		3.13, 4.76, 6.40	192.123
Acide chlorhydrique	H-Cl	-5.9	36.46
Acide maléique		1.90, 6.07	116.072
Acide malonique		2.83, 5.69	104.061
Acide oxaliques		1.25, 4.14	90.034
acide para-Nitrobenzoïque		3.41	167.1189
Acide phosphorique		2.14, 7.20, 12.37	97.994

SwissChO Practical Exam 2024



**CHEMISTRY.
OLYMPIAD.CH**
CHEMIE-OLYMPIADE
OLYMPIADES DE CHIMIE
OLIMPIADI DELLA CHIMICA

P2-6

French (French Version)



Oh mon Beau Cuivre

(25.0 pt)

Dans l'expérience suivante, tu analyseras différents complexes et effectueras des réactions d'échange de ligands. Ainsi tu pourras déterminer quelle combinaison d'ion et de ligand forme le complexe le plus stable.

Matériel

- 1 × pipette graduée 10 mL
- 1 × creuset filtrant en verre
- 1 × spatule
- 1 × plaque chauffante
- 1 × cylindre gradué 100 mL
- 1 × bécher 600 mL (étiqueté : déchets aqueux)
- 1 × erlenmeyer 100 mL
- 1 × ice-water bath (to be refilled without penalty)
- 1 × agitateur magnétique
- 1 × fiole à filtrer
- 6 × pipettes Pasteur
- 1 × pissette d'eau désionisée (elle pourra être remplie à nouveau sans pénalité)

Produits chimiques

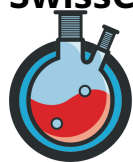
- Salicylaldoxime ($C_7H_7NO_2$)
- Acétylacétone ($C_5H_8O_2$)
- Sulfate de cuivre (II) ($CuSO_4$)
- Glycine (NH_2CH_2COOH)
- Acide acétique AcOH (CH_3COOH) 2 mol L^{-1}
- Solution d'ammoniaque concentrée ($NH_{3(aq)}$)
- Eau distillée (H_2O)
- Oxalate de potassium monohydraté ($K_2C_2O_4 \cdot H_2O$)

Procédure

1. **Dissous** l'échantillon de sulfate de cuivre (II) 2 mol L^{-1} avec de l'eau désionisée dans un Erlenmeyer 100 mL. Le **complexe 1** est ainsi obtenu.
2. **Ajoute goutte à goutte** la solution d'ammoniaque concentré jusqu'à que tout précipité intermédiaire soit dissous à nouveau, et que tu obtiennes une solution limpide. **Fais attention** en ajoutant l'ammoniaque concentré à cause de son évaporation. Le **Complexe 2** est ainsi obtenu.
3. **Porte** la solution à ébullition tout en mélangeant.
4. **Dissous** l'oxalate de potassium fourni dans 5 mL d'eau et **ajoute**-le dans la solution qui bout.
5. **Refroidis** la solution dans un bain d'eau. Le composé obtenu est le **Complexe 3**.
6. **Laisse** la solution se réchauffer à température ambiante.
7. **Dissous** l'échantillon fourni de glycine dans 5 mL d'eau désionisée puis **ajoute** le à ta solution.
8. **Ajoute directement** quelques gouttes d'ammoniaque concentré.
9. **Chauffe** la solution la solution quelque minute tout en agitant. Le composé obtenu est le **Complexe 4**.



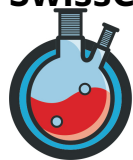
10. **Ajoute goutte à goutte** l'échantillon fourni d'acétylacétone à la solution.
11. **Mélange** la solution durant 10 minutes à température ambiante. Le composé obtenu est le **Complexe 5**.
12. **Ajoute** 20 mL de AcOH 2 mol L⁻¹ avec un cylindre gradué dans un bécher. Le pH devrait se trouver autour de 3-5.
13. **Contrôle** le pH de ta solution avec une bandelette d'indicateur de pH et **ajoute** plus de AcOH si besoin avec une pipette en plastique.
14. **Verse** le salicylaldoxime fourni dans le bécher sous agitation.
15. **Laisse** la solution avec l'agitation magnétique durant 30 minutes à température ambiante. Le composé obtenu est le **Complexe 6**.
16. En utilisant le creuset filtrant, **filtre** le précipité sous vide et **nettoie** le plusieurs fois avec de l'eau distillé glacée.
17. **Laisse** l'air aspirer le produit filtré pendant 2-3 minutes.
18. **Remets** le creuset filtrant contenant le **Complexe 6** à l'assistant.



Questions théoriques

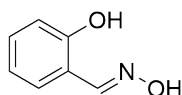
- 3.1 D'après l'expérience réalisée, **détermine** les différents complexes formés. 18.0 pt
Indique leur formule chimique, **écris** leur couleur et **dessine** leurs structure.
Aide-toi du tableau plus bas.

Complexe	Formule chimique	Couleur	Structure
1			
2			
3			
4			
5			
6			

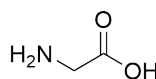


Conseils pour 3.1 :

- Acide oxalique = acide ethanedioïque
- Abbréviation pour les ligands communs : oxalato (ox), glycinato (gly), acétylacétonato (acac) and salicylaldoximate (sal)
- Du **Complexe 1** au **Complexe 2** seulement quatre ligands sont échangés
- Du **Complexe 2** au **Complexe 3** seulement quatre sites de coordination sont modifiés
- Le **Complexe 4** a un nombre de coordination de cinq seulement
- **Complexe 6** a un nombre de coordination de quatre seulement .



Salicylaldoxime



Glycine

3.2	D'après l'expérience réalisée, ordonne les ligands selon la stabilité du complexe de cuivre qu'ils forment.	2.0 pt
------------	--	--------

3.3	Nome les deux aspects qui permettent d'expliquer la stabilité du complexe 6.	2.0 pt
------------	---	--------