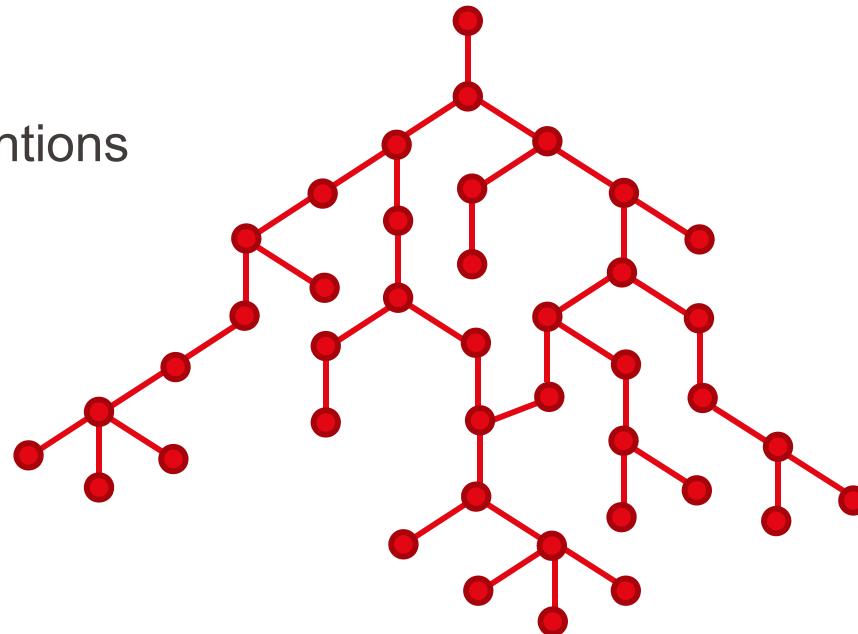




Il n'y a pas de recette simple pour écrire un bon rapport.

- Structure
- Règles et conventions
- Concepts
- **Compétences**



EPFL Démarche scientifique

3

Suite d'actions visant à *comprendre* le réel, soit à décrire qualitativement ou mathématiquement un phénomène de sorte à prévoir ses effets lors de sa répétition.

Pour répondre à une question issue de l'observation du réel, des hypothèses sont testées puis infirmées ou confirmées. De là naît alors une théorie ou un modèle.

L'expérimentation est l'un des moyens de tester une hypothèse, au même titre que l'observation ou la documentation.

O	Observation	Di	Données initiales
H	Hypothèse	P	Problème
E	Expérimentation	H	Hypothèses
R	Résultat	Te	Test
I	Interprétation	R	Résultats
C	Conclusion	I	Interprétation
		C	Conclusion

<https://youtu.be/G3aQ74YeQ2c>

Fait / donnée	Observation à propos du monde qui nous entoure.
Hypothèse	Explication de phénomènes proposée comme point de départ pour des études plus poussées.
Théorie	Explication bien étayée acquise au travers de la <u>méthode scientifique</u> , testée et confirmée à de multiples reprises par l'observation et l'expérimentation.
Loi	Enoncé basé sur des observations expérimentales répétées qui décrit certains phénomènes naturels.

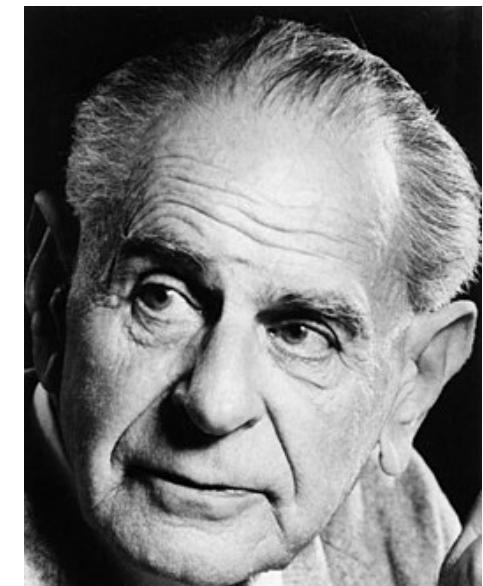
Théories scientifiques – Testabilité et réfutabilité

Une théorie n'est scientifique que si elle peut être **testée** empiriquement et que si elle peut être **réfutée**.

Une théorie doit donc pouvoir être démontrée comme fausse par une expérience.

Une théorie irréfutable ou non-testable n'est pas une théorie scientifique.

Il faut accepter une fausse théorie comme telle et être ouvert aux alternatives valables qui corroborent les nouvelles observations.



Karl Popper (1902-1994)

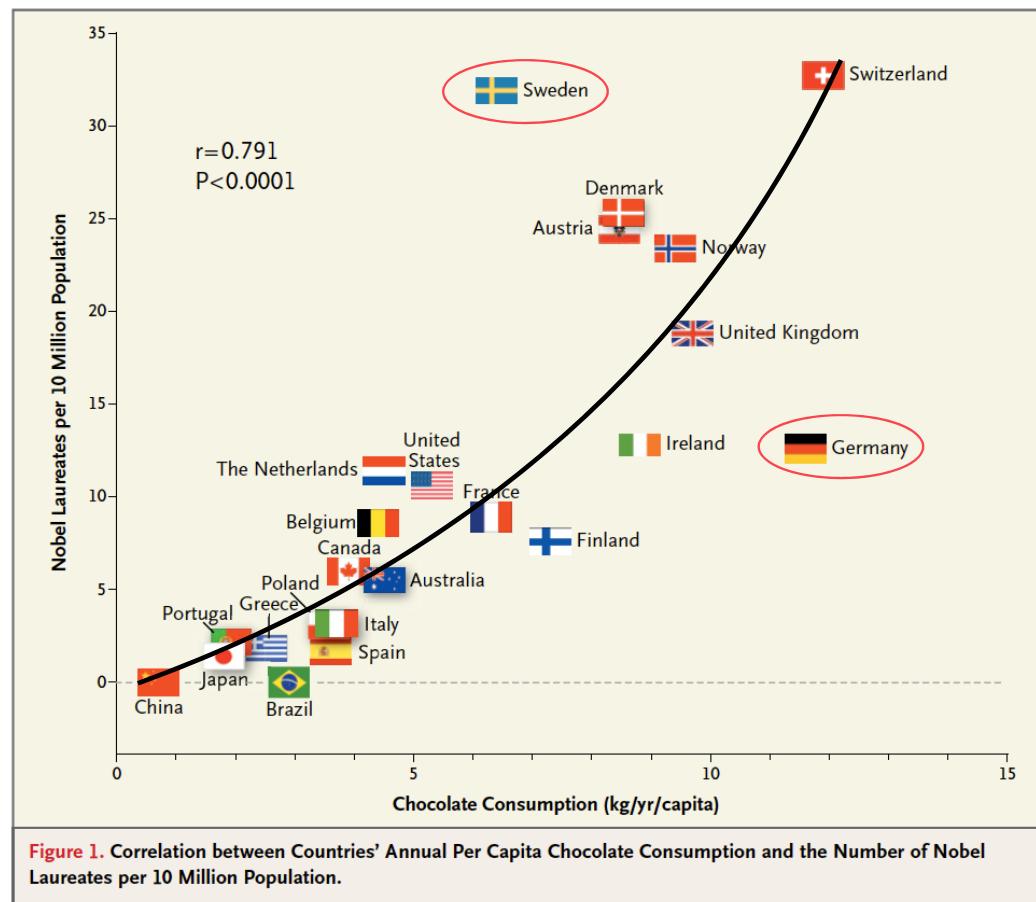
La Logique de la découverte scientifique

EPFL Démarche scientifique – Notions clés

6

- Une hypothèse est considérée comme valide aussi longtemps qu'aucune observation ou expérience ne vient montrer qu'elle est fausse.
- La démarche scientifique consiste à tester les hypothèses pour démontrer si elles sont fausses ou non et à conserver uniquement celles qui sont cohérentes avec toutes les observations et les expériences.
- La fausseté d'une hypothèse est certaine, alors que sa validité scientifique est temporaire et soumise à l'évolution des connaissances.
- Les hypothèses vérifiées permettent l'établissement d'une théorie ou d'un modèle pouvant servir à faire des prédictions.

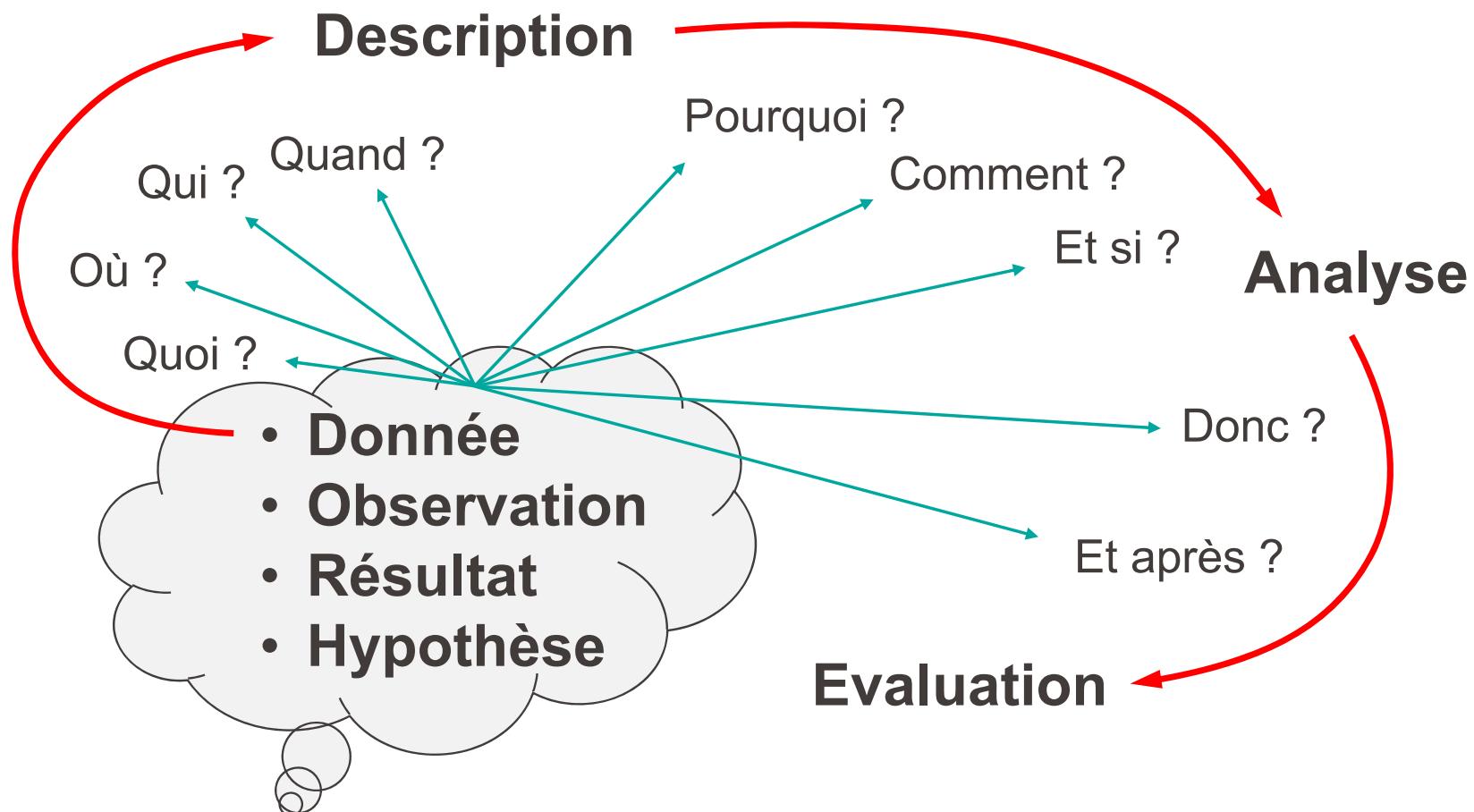
Démarche scientifique – Corrélation et lien de cause à effet

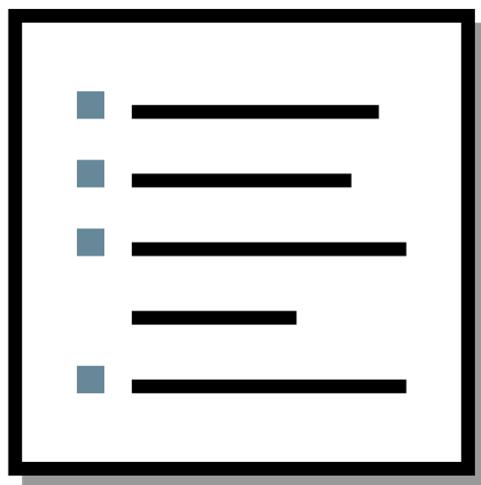


Lien entre consommation de margarine et divorces, production de caoutchouc et taux de natalité, vaccination ROR et autisme ...

Corrélation ≠ causalité

Attention aux corrélations fallacieuses (spurious correlations) !





Cahier de laboratoire

- Base pour écrire le rapport
- A tenir durant chaque TP

Base des documents
scientifiques

Observations,
hypothèses, tests

Mémoire du labo

Obligation légale

EPFL La trame du cahier de laboratoire

La page de garde et les informations générales



LABORATORY NOTEBOOK

NAME: _____

LABORATORY/SERVICE: _____

⇒ On doit savoir à qui est le cahier, et de quel cahier il s'agit !



User Information Page

NOTEBOOK NUMBER: _____

CONTINUED FROM
NOTEBOOK NUMBER: _____

CONTINUED TO
NOTEBOOK NUMBER: _____

START DATE: _____ DATE OF COMPLETION: _____

Temporalité

LAST NAME: _____ FIRST NAME: _____
SCIPER NO: _____
SIGNATURE: _____ DATE: _____

Affectation

un ou plusieurs chercheurs

INSTITUTE: _____ LABORATORY/SERVICE: _____

ADDRESS: _____

CITY: _____ POST CODE: _____

COUNTRY: _____

PHONE: _____

EMAIL: _____

Unité de rattachement

**Les pages de données
(au labo de recherche)**

⇒ Chaque expérience est unique,
datée et détaillée !

Permet de remonter à la
source de financement

The image shows a template for a laboratory notebook page. At the top, there is a logo for EPFL (École Polytechnique Fédérale de Lausanne) and fields for 'TITLE: Codification' and 'PROJECT: 1'. Below this is a large grid for data entry. A dashed vertical line divides the page into two sections: 'Authentification de l'auteur' on the left and 'Validation par un témoin' on the right. At the bottom, there is a table with columns for 'DATE', 'SIGNATURE', 'DATE', and 'DISCLOSED TO AND UNDERSTOOD BY'.

DATE	SIGNATURE	DATE	DISCLOSED TO AND UNDERSTOOD BY
------	-----------	------	--------------------------------

EPFL La trame du cahier de laboratoire

Exemple labo de recherche

<p>110 TITLE: RATO13-2</p> <p>PROJECT: One pot 3 steps Imidazole / trimethylphend (tire étape 3 jours)</p> <p>Reaction:</p> <p>Engagement table:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Products</th> <th>M (g/mol)</th> <th>n(mol)</th> <th>m(g)</th> <th>eq</th> <th>V (mL) ether</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SiCl₄</td> <td>169,89</td> <td>6,036</td> <td>1,036</td> <td>1</td> <td>0,7</td> </tr> <tr> <td>Trimethylphend</td> <td>136,19</td> <td>18,108</td> <td>2,493</td> <td>3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Imidazole</td> <td>68,08</td> <td>19,91</td> <td>1,377</td> <td>3,3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Toluene</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Imidazole</td> <td>68,08</td> <td>6,3437</td> <td>0,4472</td> <td>1/15</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Water</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>13,8</td> </tr> <tr> <td>Ether</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>20,3</td> </tr> </tbody> </table> <p>1st step under anhydrous conditions and nitrogen</p> <p>Steps Observations</p> <p>Put the glassware in the oven</p> <p>18.07.22</p> <p>DATE SIGNATURE DATE DISCLOSED TO AND UNDERSTOOD BY</p>	Products	M (g/mol)	n(mol)	m(g)	eq	V (mL) ether	SiCl ₄	169,89	6,036	1,036	1	0,7	Trimethylphend	136,19	18,108	2,493	3		Imidazole	68,08	19,91	1,377	3,3		Toluene					12	Imidazole	68,08	6,3437	0,4472	1/15		Water					13,8	Ether					20,3	<p>111</p> <p>EPFL TITLE: RATO13-2</p> <p>PROJECT:</p> <p>Continued from page: 110</p> <p>Put nitrogen in the system. vacuum/nitrogen 3x</p> <p>14h47 - 15h21 m Imidazole: 13721 g V SiCl₄ 0,7mL V Toluene: 12 mL m Trimethylphend: 2,4311 g</p> <p>15h37 - 21h40 (21.07.22)</p> <p>21.07.22</p> <p>9h40 - 10h01 ⇒ ⇒ RT</p> <p>10h01 - 10h03 m Imidazole: 0,4731 g</p> <p>10h03 - 21h57 (22.07.22)</p> <p>22.07.22</p> <p>m RATO13-2: 2,5096 g (52%) white - yellow thick dough</p> <p>The spectrum is very good ! ✓ make to little practical</p> <p>14h08 - 14h28</p> <p>3mL Heat at 40 → put N Re freeze Continued to page: 118</p> <p>18.07.22</p> <p>DATE SIGNATURE DATE DISCLOSED TO AND UNDERSTOOD BY</p>
Products	M (g/mol)	n(mol)	m(g)	eq	V (mL) ether																																												
SiCl ₄	169,89	6,036	1,036	1	0,7																																												
Trimethylphend	136,19	18,108	2,493	3																																													
Imidazole	68,08	19,91	1,377	3,3																																													
Toluene					12																																												
Imidazole	68,08	6,3437	0,4472	1/15																																													
Water					13,8																																												
Ether					20,3																																												

EPFL La trame du cahier de laboratoire

Les pages de données (aux TP)

Titre du TP

Analysse de l'Aspirine-C

13.11.2019

- Pesar comprimé : 3,1915 g $d = 0,1 \text{ mg}/1 \text{ mg}$
- dissolution dans 100 ml eau déionisée
 ⇒ Erlenmeyer 300 ml
 ⇒ réaction transparente avec des bulles.

① - transvaser ballon jauge 250,0 ml $\pm 0,15 \text{ ml}$ (A)
(échantillon d'Aspirine-C)

② Préparation NaOH 30% dans 100 ml [C, 1%]
1 ml ⇒ pipette graduée (5 ml $\pm 1/10$)
dans ballon jauge (10,0 ml $\pm 0,12 \text{ ml}$)
jauge (E)

③ Préparation NaOH à 0,01 mg
• pipette pasteur 25 ml $\pm 0,03 \text{ ml}$
• ballon jauge 250 ml $\pm 0,15 \text{ ml}$ (A)

④ Préparation HC(=O)C6H4COOK à 24 mmol/L
- Pesar : 0,4906 g $d = 0,1 \text{ mg}/1 \text{ mg}$
- dans ballon jauge 100 ml $\pm 0,12 \text{ ml}$
(A) $C = 2,402 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$
 $0,02402 \text{ mol/L}$

2.3 | Prélever 10 ml hydro. de potassium
Dans un erlenmeyer 300 ml
Ajouter 100 ml eau déionisée → avec ballon jauge 100 ml $\pm 0,10 \text{ ml}$
meilleur (A)

• Ajout 4 gouttes phénolphthaleine

Date du TP

Lu, et validation
par un votre assistant

Ecrire au stylo non-effaçable
Ne pas arracher de page

✓ conservation des données

Ne pas effacer des données

✓ les erreurs sont indiquées en rayant à la règle
✓ éviter les soupçons de falsification

Recueil quotidien

✓ ne pas égarer l'information

Ne pas antidater

✓ valeur juridique

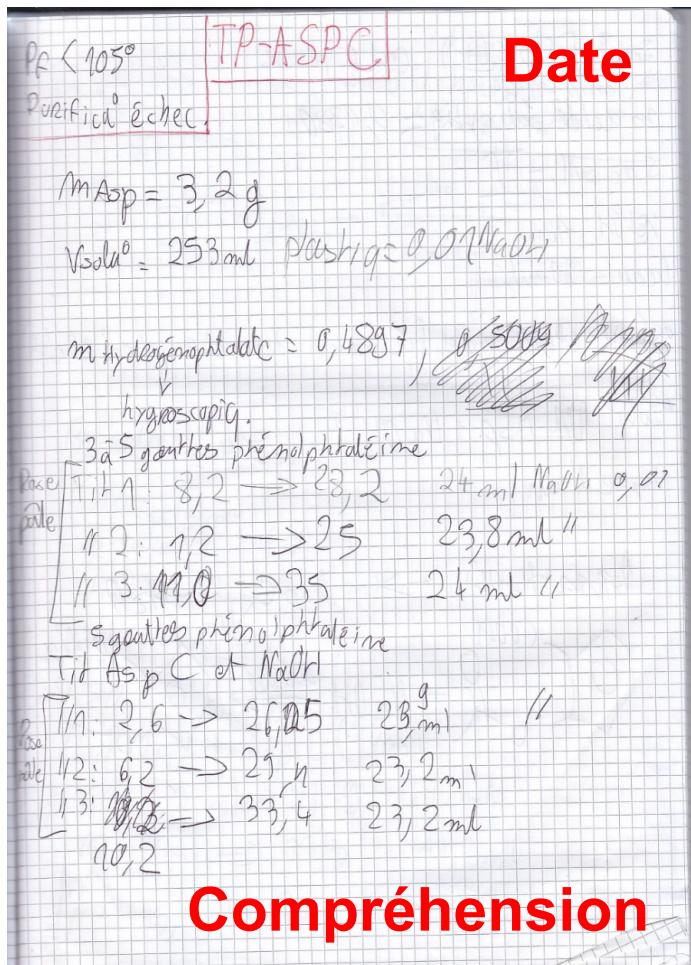
Ecrire lisiblement

✓ on écrit pour soi mais aussi pour les autres

Etre complet et précis

✓ lister toutes les données générées et stockées ailleurs

EPFL Contre-exemple



1. Titrage = 15,3 - 3,5 = $\frac{12}{19} \text{ ml} \rightarrow 33,6$
 2. 1er titrage = $\frac{10}{18} \text{ ml} \rightarrow 36,9$ $18,9 \text{ ml} \rightarrow \text{PE1}$

2nd titrage = 0,7 → 18,6 $18,5 \text{ ml} \rightarrow \text{PE2}$ Ratio 1 fois

3rd titrage = 6,6 → 25,3 $18,7 \text{ ml} \rightarrow \text{PE3}$
 18,5 ml → **Lisibilité**

3. Titrage titration et ^{titration}
 Titration 1: 14,2 ml → 10,7 ml = VE1
 Titration 2: 15,1 → 23,5 ml → 8,9 ml → Ratio 2 fois
 Titration 3: 23,4 ml → 11,4 ml = 11,4 ml = VE2
 11,4 ml → 11,8 ml → 8,6 = VE3

Hypothèse: Deux différentes indicateurs sont utilisés selon
 3. 2. Les deuxes pH, ils couvrent une intervalle de pH différente.
 Titration 1: 8 ml → 20,6 ml → 20,6 ml = VE1
 Titration 2: 13,3 ml → 34,1 ml → 20,3 ml = VE2
 Titration 3: 13,1 ml → 35 ml → 21,6 ml = VE3

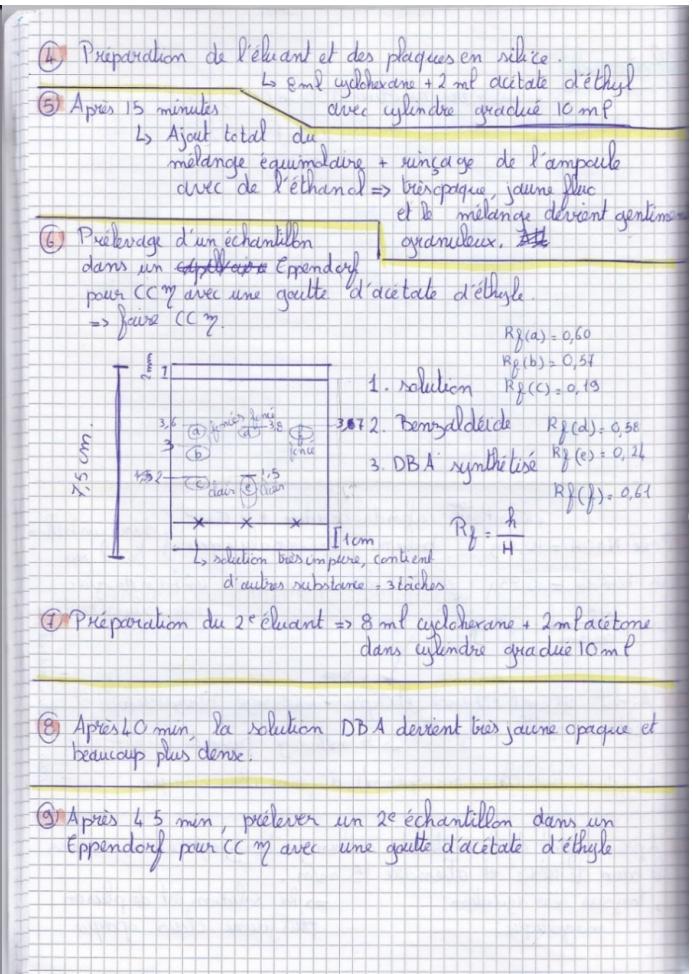
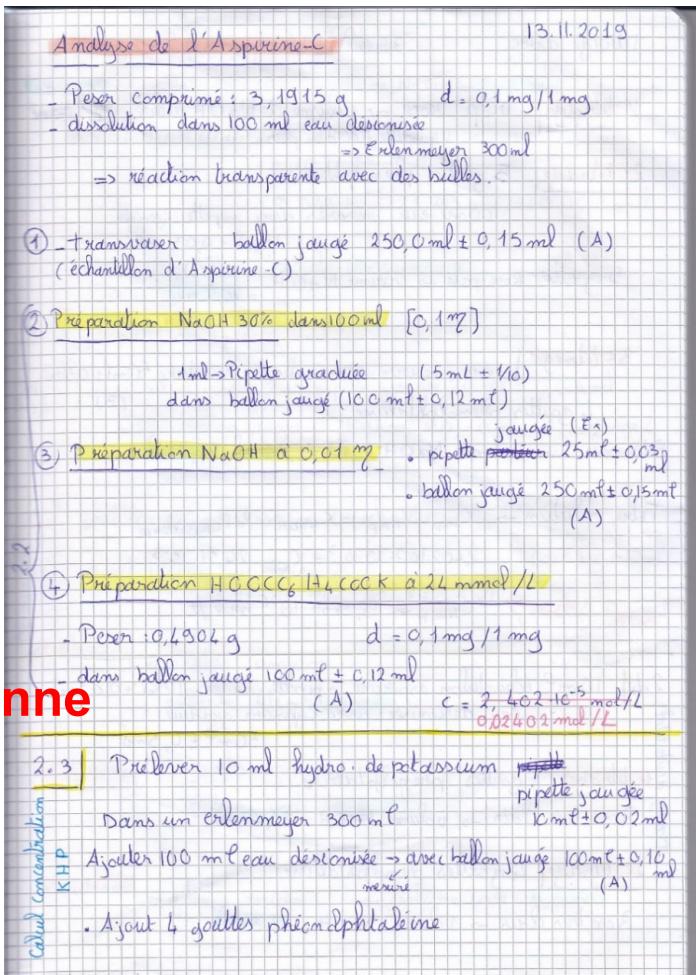
3 → $\text{AcBenz} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaBenz} + \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$ excès
 NaOH (en excès) + HCl → NaCl + H₂O

$m_{NaOH} = m_{\text{NaOH}}(\text{excès}) \text{ de molarité}$
 $m_{\text{NaBenz}} = m_{\text{Benz}} \text{ de molarité}$
 Le % massique = $m_{\text{Benz}} \text{ excès} / m_{\text{Benz}} \text{ réac.} \times 100\%$
 Il y a 2 points

EPFL Exemple

- ✓ Titre
- ✓ Date
- ✓ Lisible
- ✓ Structure claire
- ✓ Description des manip
- ✓ Valeurs mesurées réellement
- ✓ Observations
- ✓ Schémas explicatifs
- ✓ Erreurs corrigées en traçant

⇒ Utilisable par une autre personne



EPFL Cahier de labo

Types de contenus

- Préparation de solutions
- Mesures, analyses, etc.
- Synthèse organique
- Expérience physico-chimique
- Etc...



Esprit critique...

- ⇒ Qu'est-ce qu'il faut noter pour comprendre ce qui a été fait ?
- ⇒ Quels sont les détails importants pour refaire l'expérience ?



Open
Robert Boyle
2016-09-22 00:00

RB_52

Status
User
Start
End

References Files

Source

n-BuLi (R2)
0284895

THF (S1)
AC837456

Health/Safety
Bibliography
Other

Chemical reaction diagram:

C9H12O3 (R1) + n-BuLi (R2) + Dimethyl Sulfate (R3) + THF (S1) → C10H14O3 (P1)

Table of reagents and conditions:

Compound	MW	W g	Moles mmol
<chem>C9H12O3 (R1)</chem>	168.190	10.428	62.000
<chem>n-BuLi (R2)</chem>	64.054	4.805	75.020
<chem>Dimethyl Sulfate (R3)</chem>	126.133	10.088	79.980
<chem>THF (S1)</chem>	72.106		
<chem>C10H14O3 (P1)</chem>	182.216	11.200	61.465

Characterization:

RB_51

13C
1H
HS¹H

Données centralisées
organisées
sauvegardées
accessibles

Trimethoxybenzene (10.641 g, 62.00 mmol) was added to THF (50.0 mL) and the solution magnetically stirred under N₂ and cooled in dry ice. n-Butyllithium (Vol: 30.008 mL, Moles: 75.02 mmol) was added dropwise so that the temperature did not exceed -5 °C. After the addition the mixture, now containing a thick cream precipitate, was allowed to stir 1h at r.t. Dimethyl sulfate (7.627 mL, 80.60 mmol) was added with cooling (exothermic reaction!) so that the temperature did not exceed 25°C. At the end of the addition nearly all the solid had dissolved.

After standing overnight, aqueous ammonia (5 mL) was added to destroy any excess dimethyl sulfate and after 0.5 h the mixture was evaporated at r.t. to remove the THF. Water (30 mL) was added to the residue and extracted with 1:1 ether/hexane (2x50 mL). The combined organic phases were washed with water (50 mL), dried (MgSO₄) and evaporated to give a colourless oil which solidified after standing overnight. The solid (11.280 g, 61.904 mmol, 99.8%) could be melted and then resolidified on cooling (fp. 31 °C).

EPFL
Determination du nombre d'hydrogène
lanthanide
Julien Andre

Julien And...

EPFL
Déterm

Introduction

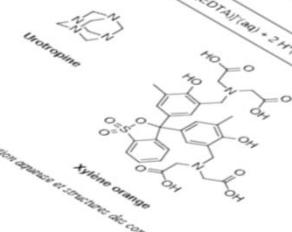
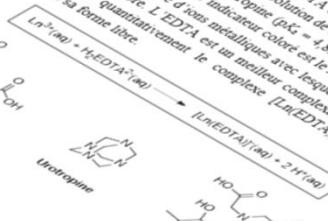


Figure 1. Relation de l'EDT avec les trois dimensions pour le travail.

Calcul d'erreurs

Calcul d'erreurs³
Les erreurs minimales de préparation sont
(1), avec $s_0 = 1$ écart-type sur une
 $s = 5$ = écart-type. L'erreur t

$$s = \sqrt{\sum \frac{(x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$$

11

Rapport d'exemple - Chimie TP

1. L'objectif de cette expérience est de déterminer le nombre d'hydratation d'un sel de la bauxite donné d'hydratation inconnue. Pour ce faire, une solution de sel de la bauxite sera traitée avec de l'EDTA par la méthode complexométrique standard. L'objectif de cette expérience est de déterminer le nombre d'hydratation d'un sel de la bauxite donné d'hydratation inconnue. Pour ce faire, une solution de sel de la bauxite sera traitée avec de l'EDTA par la méthode complexométrique standard. Rapport d'exemple – Chimie 1

ou à tinter et/ou à assurer des effets de dilution. L'écémation de sel de lanthonite est transparente. $x\text{H}_2\text{O}$. La solution est transparente. Titrage d'une solution de sel de lanthonite par EDTA. On ajoute de solution d'écémation de sel de lanthonite à 25,00 mL de solution d'écémation de lanthanide à 25,00 mL. Une pointe de pH 7,0 est atteinte. La solution a été ajoutée de 0,5 mL à 0,5 mL. La solution est titrée par une solution d'EDTA. La solution est titrée par une solution d'EDTA.

ajoutée. La solution
tutée par une solution
rose au jaune. La couleur
dades ont été complexées par l'ED
ation).

Calcul d'erreurs:
erreurs minimales de préparation
avec $s_0 =$ l'écart-type su-
l'écart-type. L'erre

Calcul d'erreurs

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}$$

Communication de connaissances



Confrontation avec l'opinion publique
ou ses pairs



A quoi sert un rapport ?

Création de nouvelles connaissances



Conservation des connaissances



Lecteur(s) cible(s) ?



Industrie

- Collègues
- Managers
- Clients

Académique

- Chercheurs
- Fonds de recherche
- Université (institut, faculté, direction)

Uetendorf, 7 avril 2020

Rapport d'essai

Ordre : 094383
 Prélèvement d'échantillon par client : 30.03.2020, 13:15
 Réception d'échantillon au laboratoire : 31.03.2020
 Période de l'essai : 31.03.2020 au 07.04.2020
 Nom de l'échantillon client : Pompage de la Mouilleau du Sayet robinet

Type d'échantillon : eau potable
 Température de l'eau : 5.5°C
 Numéro de l'échantillon : 09438302
 Kit d'analyse : TW3
 Copie: Manuel Gurtner

Paramètre	Résultat	Valeur maximale OPBD	Unité	Méthode
Germe mésophiles aérobies	56	≤ 300	UFC/ml	AMK-lbu DIN EN 6222
Escherichia coli	n.d.	n.d.	UFC/ml	Eco-lbu DINENISO 9308-1
Entérocques	n.d.	n.d.	UFC/ml	Enc-lbu DINENISO 7899-2
Valeur pH	7.48			pH-Wasser-lbu
Conductivité	400.00		µS/cm	Leitfähigkeit-Wasser-lbu
Turbidité	0.27	≤ 1	FNU	Trübung-lbu
COD	0.69	≤ 1	mg/l	DOC-Wasser-HL-lbu
Dureté totale	2.12		mmol/l	Wasserhärte-HL-lbu
Dureté totale	21.18		°H	Wasserhärte-HL-lbu
Hydrogénocarbonate	241.63		mg/l	Säurekapazität-HL-lbu
Alcalinité	3.96		mmol/l	Säurekapazität-HL-lbu
Ammonium	0.11	≤ 0.1	mg/l	Ammonium-Wasser-HL-lbu
Calcium	79.7		mg/l	AD-KW-ICP-lbu
Potassium	0.144		mg/l	AD-KW-ICP-lbu
Magnésium	1.38		mg/l	AD-KW-ICP-lbu
Sodium	0.894	≤ 200	mg/l	AD-KW-ICP-lbu
Fluorure	<0.1	≤ 1.500	mg/l	Fluorid-IC-lbu
Chlorure	<1.0	≤ 250.00	mg/l	Chlorid-Wasser-HL-lbu
Nitrite	<0.05	≤ 0.100	mg/l	Nitrit-Wasser-HL-lbu
Nitrate	3.20	≤ 40.00	mg/l	Nitrat-Wasser-HL-lbu
Sulfate	<40.00	≤ 250	mg/l	Sulfat-Wasser-HL-lbu

Légende
 Valeurs maximales selon l'Ordonnance du DFI sur l'eau potable et l'eau des installations et de baignade et de douche accessibles au public du 16 décembre 2016 (OPBD, établi au 1^{er} mai 2017)
 n.d. non décelable (valeur de mesure en dessous de la limite de détection)
 Les valeurs < montrent des résultats qui se situent en dessous de la limite de détection selon DIN 32 645.

Les résultats se réfèrent à l'échantillon fourni (si le prélevement a été effectué par le client) ou à l'échantillon prélevé (par Aquatest).

Aquatest

Rapport créé par :

Linda Jöhr
Collaboratrice

Validation :

Marcel Heger
Responsable du laboratoire Aquatest

Seite 1 von 1



L'échantillon analysé correspond aux exigences relatives à l'eau potable.

Pour la règle de décision, voir la liste des tarifs sur www.aquatest.ch
 Aquatest
 Uitigenstrasse 75, CH-3661 Uetendorf, Tel. +41 33 345 02 05, info@aquatest.ch, www.aquatest.ch
 Rechnungsadresse: Eric Schweizer AG, Postfach 150, CH-3602 Thun

EPFL Lecteur(s) cible(s) ?



Assistants chimistes...

Poser des questions à vos assistants !

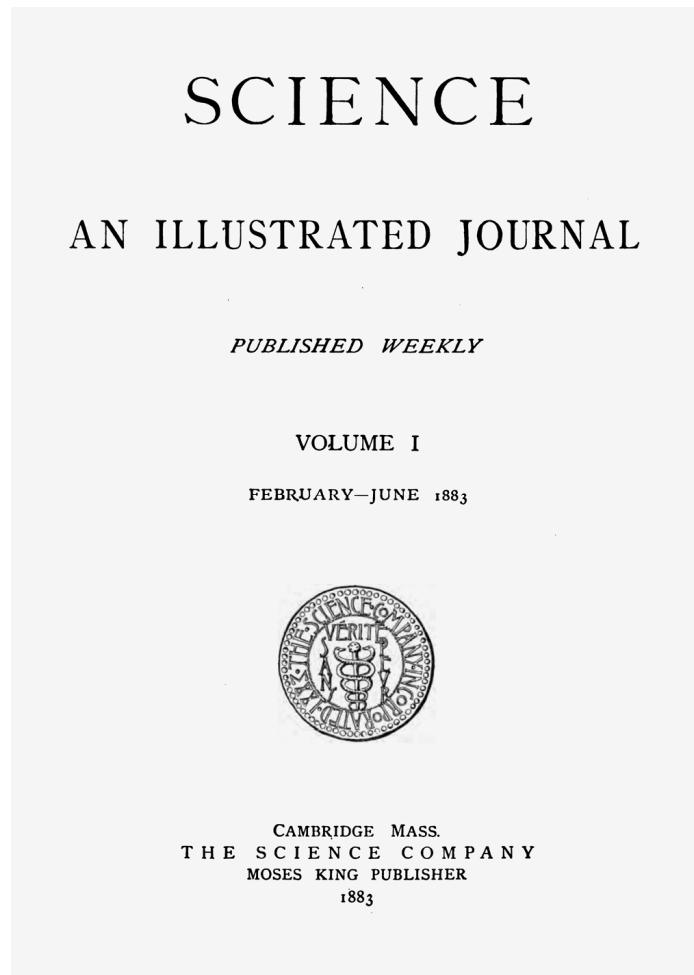


Rapports
académiques

Professionnel

Bon niveau

Compétences
transversales



EPFL La publication scientifique

☰ Publishing Journals Books Databases Advanced ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY

Network access provided by: ECOLE POLYTECHNIC FED DE LAUSANNE

Dalton Transactions

Recent Articles Published Issues Themed Collections

Include Accepted Manuscripts

84 items - Showing page 1 of 2

8 Paper

Biomimics of [FeFe]-hydrogenases incorporating redox-active ligands: synthesis, redox properties and spectroelectrochemistry of diiron-dithiolate complexes with ferrocenyl-diphosphines as Fe_4S_4 surrogates

Georgia R. F. Orton, Shishir Ghosh, Lucy Alker, Jagodish C. Sarker, David Pugh, Michael G. Richmond, František Hartl and Graeme Hogarth

Ferrocenyl diphosphine bridged diiron dithiolate complexes have been prepared and their redox properties investigated by CV and IR SEC supported by DFT calculations to give insight into their proton reduction and hydrogen oxidation activity.

$\text{Au}(\text{CO}) \text{ ca. } +55 \text{ cm}^{-1}$ $\Delta\text{e}(\text{CO}) \text{ ca. } +18 \text{ cm}^{-1}$

About Dalton Transactions

The international journal for high quality, original research in inorganic and organometallic chemistry

Editorial Board Chair: Russell Morris
Impact factor: 4.390
Time to first decision (with reviews): 21 days
Indexed in MEDLINE

Submit your article
Opens in new window

Information and templates for authors

Search the journal

Expertise par un comité de lecture (peer-review)

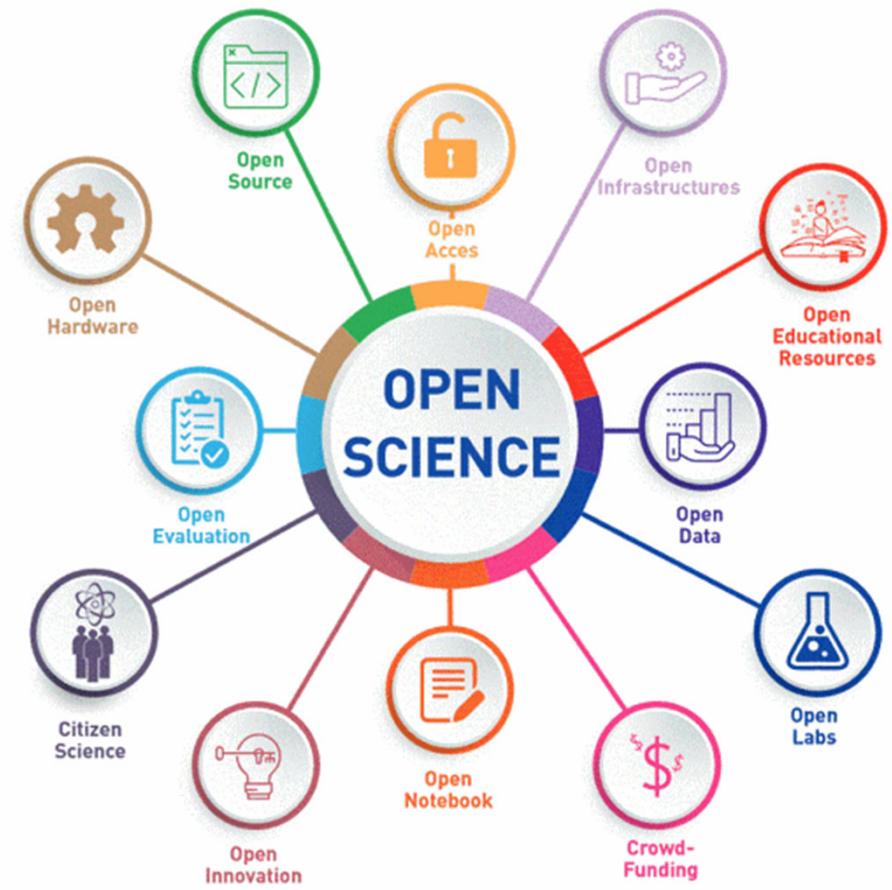
Find an article

Year Page Go

Find issues by year (2003 - Present)

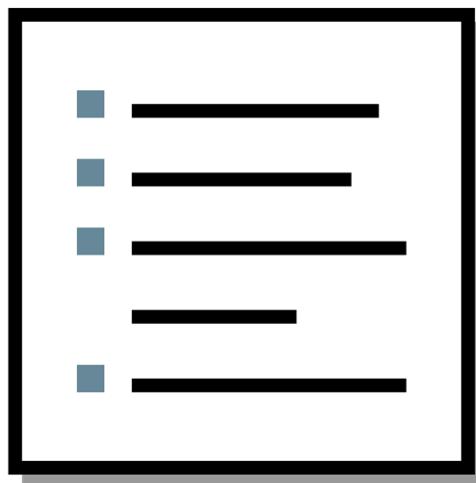
EPFL Autres documents scientifiques



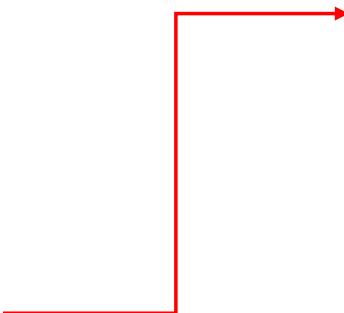


Components of Open Science

Structure du rapport



- Titre
- Auteurs (prénoms et noms)
- Date de soumission

**Détermination du nombre d'hydratation d'un sel de lanthanide**

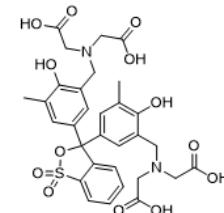
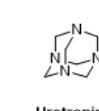
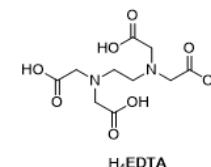
Julien Andres

Date 18.06.2021

Introduction

Les sels de lanthanide(III) sont souvent trouvés sous formes hydratées. Le nombre d'hydratation peut varier en fonction des conditions de stockage du sel, de l'humidité ambiante, de la méthode de préparation ou de séchage du composé. Un sel de lanthanide doit donc être régulièrement titré afin d'en connaître la formule exacte. La formule générale est de la forme $\text{LnR}_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}$, avec R: un anion halogénure (F⁻, Cl⁻, etc.), perchlorate (ClO₄⁻), nitrate (NO₃⁻), triflate (CF₃SO₃⁻), etc., et x le nombre d'hydratation (nombre de molécule d'eau).

Le titrage des ions trivalents Ln(III) se fait généralement par complexométrie¹ en utilisant la formation d'un complexe 1:1 entre l'EDTA et les ions lanthanide en solution aqueuse selon la réaction présentée en Figure 1.² Une solution de concentration connue en EDTA est utilisée. La solution est tamponnée par l'urotropine ($\text{pK}_a = 4,89$) à pH acide afin d'éviter la précipitation d'hydroxydes de lanthanide. L'indicateur coloré est le xylène orange. Cet indicateur est coloré en rose-violacé en présence d'ions métalliques avec lesquels il peut former un complexe et en jaune sous sa forme libre. L'EDTA est un meilleur complexant que le xylène orange, ce qui permet de former quantitativement le complexe $[\text{Ln}(\text{EDTA})]^+$ incolore et de relâcher l'indicateur sous sa forme libre.



Xylène orange

Figure 1. Réaction de l'EDTA avec les ions lanthanide (Ln) en solution aqueuse et structures des composés chimiques utilisés pour le titrage

Introduction

Partie expérimentale
Résultats et discussion
Conclusions
Références

- Sujet du rapport
 - Contexte
 - Motivations
 - Méthode(s) utilisées
 - But de l'expérience
- ⇒ Qu'est-ce qu'on cherche à obtenir, comment et pourquoi ?

Introduction

Partie expérimentale
Résultats et discussion
Conclusions
Références

- Intro \neq théorie
 ⇒ Qu'est-ce qu'il y a besoin d'expliquer pour comprendre ou illustrer la problématique quand on connaît la chimie ?
- Mots clefs (\rightarrow principes + méthode)
- Notions et équations utiles aux résultats



Introduction – Contexte et motivations

Introduction

Partie expérimentale
Résultats et discussion
Conclusions
Références

Les sels de lanthanide(III) sont souvent trouvés sous formes hydratées. Le nombre d'hydratation peut varier en fonction des conditions de stockage du sel, de l'humidité ambiante, de la méthode de préparation ou de séchage du composé. Un sel de lanthanide doit donc être régulièrement titré afin d'en connaître la formule exacte. La formule générale est de la forme $\text{LnR}_3 \cdot x \text{ H}_2\text{O}$, avec R^- un anion halogénure (F^- , Cl^- , etc.), perchlorate (ClO_4^-), nitrate (NO_3^-), triflate (CF_3SO_3^-), etc., et x le nombre d'hydratation (nombre de molécules d'eau).

- Sujet: sel de lanthanide, titrage
- Contexte: sels hydratés, x inconnu \Rightarrow formule inconnue \Rightarrow nécessité de titrer

Introduction – Méthode(s) possible(s)

Introduction

Partie expérimentale
Résultats et discussion
Conclusions
Références

Le titrage des ions trivalents Ln(III) se fait généralement par complexométrie¹ en utilisant la formation d'un complexe 1:1 entre l'EDTA et les ions lanthanide en solution aqueuse selon la réaction présentée en Figure 1.² Une solution de concentration connue en EDTA est utilisée. La solution est tamponnée par l'urotropine ($pK_a = 4,89$) à pH acide afin d'éviter la précipitation d'hydroxydes de lanthanide. L'indicateur coloré est le xylène orange. Cet indicateur est coloré en rose-violacé en présence d'ions métalliques avec lesquels il peut former un complexe et en jaune sous sa forme libre. L'EDTA est un meilleur complexant que le xylène orange, ce qui permet de former quantitativement le complexe $[\text{Ln}(\text{EDTA})]$ - incolore et de relâcher l'indicateur sous sa forme libre.

- Méthode: Titrage complexométrique
⇒ complexe Ln:EDTA (stœchiométrie 1:1) + indicateur coloré
- Principe de la méthode dans ce contexte: Fonctionnement de l'indicateur coloré pour ce titrage (indicateur coloré forme un complexe moins stable qu'EDTA), conditions importantes (milieu acide, précipitation d'hydroxydes).

Introduction – Références

Introduction

Partie expérimentale
Résultats et discussion
Conclusions
Références

Le titrage des ions trivalents Ln(III) se fait généralement par complexométrie¹ en utilisant la formation d'un complexe 1:1 entre l'EDTA et les ions lanthanide en solution aqueuse selon la réaction présentée en Figure 1.² Une solution de concentration connue en EDTA est utilisée. La solution est tamponnée par l'urotropine ($pK_a = 4,89$) à pH acide afin d'éviter la précipitation d'hydroxydes de lanthanide.

Références

1. Andres, J. Chauvin, A.-S. *Notions théoriques pour TP de Chimie I et II*. EPFL-SB-SCGC, Lausanne, **2019**.
2. Schwarzenbach G., Flaschka H. *Complexometric Titrations*. Methuen, London, **1969**.
3. Roussel, Ch. *Analyse quantitative*. EPFL-SB-SCGC, Lausanne, **2019**.

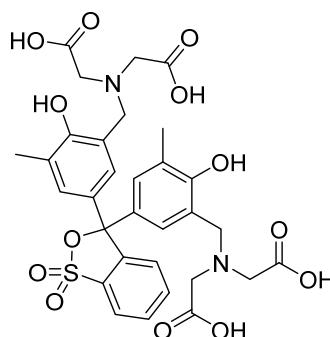
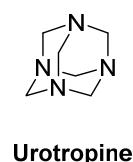
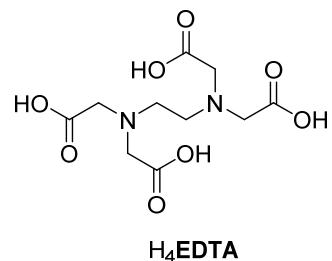
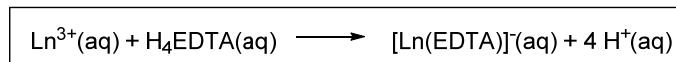
Show don't tell!

- *Les références permettent de justifier ce qu'on dit (crédibilité).*
- *Elle créditent les auteurs qui ont développés les expériences ou réalisés des études qui entrent dans votre contexte.*

Introduction – Figures

Introduction

Partie expérimentale
Résultats et discussion
Conclusions
Références



Numérotation des figures et légende !

Figure 1. Réaction de l'EDTA avec les ions lanthanide (Ln) en solution aqueuse et structures des composés chimiques utilisés pour le titrage

Figure: Equation chimique pour justifier la stœchiométrie du titrage, structures chimiques importantes

Introduction – Objectif et méthode(s) choisi(s) pour l'atteindre

Introduction

Partie expérimentale
Résultats et discussion
Conclusions
Références

L'objectif de cette expérience est de déterminer le nombre d'hydratation et donc la formule exacte d'un sel de lanthanide donné d'hydratation inconnue. Pour ce faire, une solution du sel de lanthanide sera titrée avec de l'EDTA par la méthode complexométrique standard.

*Quoi et comment ?
Pourquoi ? (motivation) → décrit avant...*

EPFL Introduction

- **Présente le contexte général**

- s'appuie sur des références bibliographiques
- contient des mots-clés

- **Présente le contexte spécifique**

- “state-of-the-art”**

- les précédents dans la littérature
- limitations de la connaissance actuelle
- les problématiques et les questions ouvertes: ce qui n'est pas encore connu

- **L'objectif du projet**

- hypothèse et démarche proposée pour répondre à la problématique

- **Justifier la démarche proposée**

- valeur ajoutée à la connaissance actuelle
- plan du projet qui sera décrit

Partie expérimentale : Matériel et méthodes

Introduction

Partie expérimentale

Résultats et discussion

Conclusions

Références

- Matériel utilisé et provenance
 - ⇒ On peut retrouver tous les instruments et les produits chimiques afin de refaire les expériences dans les mêmes conditions.
- Méthodes utilisées et observations
 - ⇒ On peut suivre les procédures utilisées et comparer les observations afin de reproduire exactement toutes les expériences.

L'échantillon de chlorure d'europium(III) solide, la solution d'EDTA 0,0500 M, l'urotropine, le xylène orange (0,1% dans NaCl) et l'acide sulfurique 0,5 M étaient à disposition. Avant utilisation, toute la verrerie a été soigneusement lavée, rincée plusieurs fois à l'eau distillée et séchée à l'air à température ambiante. Les pipettes jaugées et burettes ont été rincées avec chaque solution à prélever ou à titrer avant de les remplir à niveau. Cette étape permet d'éviter une contamination et/ou des effets de dilution apparaissant avec de la verrerie rincée à l'eau distillée et encore humide.

- *Liste des produits chimiques, provenance, concentrations des solutions données*
- *Remarques importantes sur: verrerie, solutions, conditions (température, pression, etc.), étapes générales préparation du matériel, et/ou matériel spécial utilisé*

→ ***Préparation de l'échantillon de sel de lanthanide***

Une solution aqueuse de chlorure d'europium (250,0 mL) a été préparée à partir de 1,9837 g de $\text{EuCl}_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}$. La solution est transparente.

→ ***Titrage d'une solution de sel de lanthanide par EDTA***

25,00 mL de solution d'échantillon a été dissoute avec ~25 mL d'eau distillée dans un erlenmeyer de 250 mL. Une pointe de spatule de xylène orange (0,1% dans NaCl) a été ajoutée à cette solution sous faible agitation...

Sub-divisions

- Séparation
- Généralisation

→ ***Préparation de l'échantillon de sel de lanthanide***

Une solution aqueuse de chlorure d'europium (250,0 mL) a été préparée à partir de 1,9837 g de $\text{EuCl}_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}$. La solution est transparente.

→ ***Titrage d'une solution de sel de lanthanide par EDTA***

Précision

25,00 mL de solution d'échantillon a été dissoute avec ~25 mL d'eau distillée dans un erlenmeyer de 250 mL. Une pointe de spatule de xylène orange (0,1% dans NaCl) a été ajoutée à cette solution sous faible agitation. La solution est alors devenue rose. Une goutte d'acide sulfurique 0,5 M a été ajoutée, ce qui a fait virer la solution au jaune. Une spatule d'urotropine a alors été additionnée. La solution est redevenue rose. Une fois toute l'urotropine dissoute, la solution a été titrée par une solution standard d'EDTA 0,0500 M jusqu'à virage de l'indicateur coloré du rose au jaune. La couleur jaune indique le point d'équivalence où tous les ions lanthanides ont été complexés par l'EDTA (c'est-à-dire qu'il n'y a plus de $\text{Ln}^{3+}_{(\text{aq})}$ libre en solution).

- *Passé, passif, quantités exactes mesurées, observations*
- *Préparation des solutions et méthodes utilisées*

Partie expérimentale : Matériel et méthodes

- **Description précise des processus expérimentaux**

- reproductibles par un spécialiste du domaine
- validation des résultats

- **Structure**

- caractéristiques générales
- protocoles d'expérience
- caractérisation des échantillons
- traitement statistique des données

- **Equipement, réactifs**

- modèle, fournisseur, paramètres de mesure, pureté
- Calibration

- **Protocoles**

- cheminement pas-à-pas
- quantités, durée, température

- **Caractérisation**

- structure, pureté (molécules)
- spectres, chromatogrammes, etc. (en annexe)

- Résultats \neq tableaux de valeurs
- **Résultats = description**
 - ⇒ Texte
 - ⇒ Introduction des expériences (d'où viennent les résultats ?)
 - ⇒ Explication des tables, figures, formules et calculs
 - ⇒ Description des résultats (intermédiaires et finaux)

Explications : Qu'est-ce qui a été fait ?

Introduction
Partie expérimentale
Résultats et discussion
Conclusions
Références

Le titrage de la solution d'échantillon du chlorure d'europium(III) par EDTA a été réalisée trois fois comme décrit dans la partie expérimentale. Les volumes de solution d'EDTA mesurés (V_{EDTA}) sont présentés dans la Table 1. La concentration en ion Eu^{3+} (c_{Eu}) a été calculée à partir de (4) (formation d'un complexe 1:1 Ln/EDTA, $c_{\text{EDTA}} = 0,0500 \text{ M}$, $V_{\text{éch}} = 25,00 \text{ mL}$) et des volumes V_{EDTA} pour les trois titrages, puis moyennée sur les trois titrages.

Renvois

Un blanc a été réalisé en utilisant 25,00 mL d'eau désionisée au lieu de l'échantillon de sel d'europium(III). L'indicateur coloré était jaune tout de suite au lieu de rose, ce qui indique bien l'absence d'ions coordinant dans le solvant utilisé pour réaliser l'échantillon (ce qui aurait faussé le titrage).

- *Ne pas commencer par une figure, mais du texte*
- *Références à la partie expérimentale et comment elle a été utilisée*
- *Justification* (pourquoi cette expérience a été faite?) quand nécessaire (\Rightarrow quand ça apporte quelque chose à la discussion, *justification* \equiv *discussion*)

$$c_{Eu} = \frac{V_{EDTA} \cdot c_{EDTA}}{V_{éch}} \quad (4)$$

- Formules utilisées et numérotées
- Notations corrects (symboles mathématiques, fractions, etc.)
- **Symboles des grandeurs expliqués dans le texte**

- Tables numérotées

Table 1. Volume d'EDTA 0,0500 M mesuré par titrage de 25,00 mL de l'échantillon de $EuCl_3$ et concentrations de Eu(III) correspondantes (\bar{x} = moyenne, s = écart-type).

	Titrage 1	Titrage 2	Titrage 3	$\bar{x} \pm s$
V_{EDTA} [mL]	12,10	11,90	12,00	/
c_{Eu} [M]	0,0242	0,0238	0,0240	0,0240
	$\pm 0,0002$	$\pm 0,0002$	$\pm 0,0002$	$\pm 0,0002$

- Unités

- **Complet et facilement compréhensible**

- Légendes complétant les entrées de la table

$$c_{Eu} = \frac{V_{EDTA} \cdot c_{EDTA}}{V_{éch}} \quad (4)$$

Résultat analytique \Rightarrow incertitudes !!!

Table 1. Volume d'EDTA 0,0500 M mesuré par titrage de 25,00 mL de l'échantillon de $EuCl_3$ et concentrations de Eu(III) correspondantes (\bar{x} = moyenne, s = écart-type).

	Titrage 1	Titrage 2	Titrage 3	$\bar{x} \pm s$
V_{EDTA} [mL]	12,10	11,90	12,00	/
c_{Eu} [M]	0,0242	0,0238	0,0240	0,0240
	$\pm 0,0002$	$\pm 0,0002$	$\pm 0,0002$	$\pm 0,0002$

$$\frac{s_x}{x} = \sqrt{\sum_i \left(\frac{s_{x_i}}{x_i} \right)^2}$$

$$\pm s_x$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

$\uparrow \pm s$

Voir Cours «Analyse quantitative» et
 Vidéo «Traitement des données»...

Ici, $s_x \approx s$, \Rightarrow précision bonne !
 (à discuter plus bas...)

L'écart-type sur les trois titrages est similaire à l'erreur de préparation calculée avec (1) en prenant deux fois l'erreur sur le volume de la burette ($2 \times \pm 0,05 \text{ mL}$), l'erreur sur le volume d'échantillon prélevé de $25,00 \text{ mL}$ ($\pm 0,02 \text{ mL}$), et l'erreur sur la concentration de la solution titrée d'EDTA $0,0500 \text{ M}$ ($\pm 0,0001 \text{ M}$). L'erreur de préparation n'étant pas négligeable, l'erreur globale sur la concentration en Eu(III) peut donc être calculée selon (3) à partir de l'écart-type et de l'erreur de préparation, soit $\pm 0,0003 \text{ M}$.

Le titre en Eu(III) de la solution d'échantillon est donc de

$$c_{\text{Eu(III)}} = 0,0240 \pm 0,0003 \text{ M}$$

Les résultats doivent être écrits dans le texte

$$s_{\text{tot}} = \sqrt{s_x^2 + s^2} \quad (3)$$



\pm erreur, arrondis (des valeurs et des erreurs), unité

A partir de cette concentration en Eu(III) et de la masse de sel pesée (1,9837 g de $\text{EuCl}_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}$), le nombre d'hydratation peut être calculé par les équations (5), (6) et (7).

$$c_{\text{Eu}} \cdot V_{\text{sol}} = n_{\text{Eu}} = \frac{m_{\text{sel}}}{M_{\text{sel}}} \quad (5)$$

$$M_{\text{sel}} = M_{\text{EuCl}_3} + x \cdot M_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{m_{\text{sel}}}{n_{\text{Eu}}} \quad (6)$$

$$x = \frac{\frac{m_{\text{sel}}}{c_{\text{Eu}} \cdot V_{\text{sol}}} - M_{\text{EuCl}_3}}{M_{\text{H}_2\text{O}}} \quad (7)$$



Résultat final vs intermédiaire...

On trouve un nombre d'hydratation $x = 4,01 \pm 0,05$. La formule exacte du sel selon le titrage réalisé est donc $\text{EuCl}_3 \cdot 4,01(5) \text{H}_2\text{O}$.

L'erreur prise en compte est de $\pm 0,0001$ g sur m_{sel} , $\pm 0,0003$ M sur c_{Eu} , $\pm 0,2$ mL sur les 250,0 mL de V_{sol} , $\pm 0,01$ g/mol sur les 258,32 g/mol de M_{EuCl_3} , et 0,00001 g/mol sur les 18,01528 g/mol de $M_{\text{H}_2\text{O}}$ et a été calculée à partir de (1).

- **Discussion = analyse et évaluation des résultats**

⇒ Comparaison avec ce qui est attendu

- Mesures vs calculs vs littérature
- Théorie vs pratique
- Sources d'incertitudes / erreurs

⇒ Critique objective et constructive

- Résultats (quantité, qualité, fiabilité, précision, justesse, reproductibilité)
- Observations (confirmant ou infirmant)
- Méthode (limitations, forces et faiblesses)
- Hypothèses (explication et test des résultats ?)

- Discussion → Persuasion (argumentation)
- Discussion → Perspectives expérimentales ou théoriques
- Discussion → Création de nouvelles connaissances

Discussion : Validité des résultats ?

Introduction
Partie expérimentale
Résultats et discussion
Conclusions
Références

Le titrage complexométrique donne des volumes reproductibles à moins de 2%. La concentration moyenne sur les trois titrages possède un écart-type faible en dessous de 1% et comparable à l'imprécision minimale calculée à partir des différentes erreurs, notamment sur la verrerie jaugée. Cette méthode de titrage peut donc être caractérisée de précise. L'exactitude de la valeur n'est toutefois pas garantie. Il faudrait pour ce faire valider la méthode en utilisant des échantillons étalons de concentrations en lanthanide connues exactement, ou alors mesurer la concentration de notre échantillon par une autre méthode.

Le nombre d'hydratation du sel d'europium dépend de la précision et de l'exactitude du titre en ions Eu(III). La bonne précision du titrage permet de donner une bonne précision sur le nombre d'hydratation. L'exactitude de cette valeur ne peut en revanche pas être certifiée sans passer par une méthode alternative ou le titrage de standards. Une erreur systématique ne peut être exclue à partir des simples données récoltées lors de cette expérience.

Ici, titrage (résultat analytique)

⇒ discussion sur validité résultats et méthodes (précision et exactitude)

Discussion : Où en est-on et où aller à partir de là ?

Introduction
Partie expérimentale
Résultats et discussion
Conclusions
Références

Le problème d'un sel de lanthanide standard avec un nombre d'hydratation connu est justement la difficulté à obtenir des sels de lanthanide d'hydratation fixe. Les sels anhydres stockés dans de bonnes conditions ou conservés dans des ampoules scellées pourraient être de tels candidats. Une étude plus poussée sur la stabilité des sels anhydres et leur hygroscopicité devrait toutefois être réalisée afin de garantir la validité de leur formule exacte dans le temps ou en fonction de différentes méthodes de stockage, de séchage ou de préparation.

- *Discussion par rapport à une information donnée en intro (référence à la problématique) ou à une observation*
- *Qu'est-ce qui peut être entrepris pour renforcer le résultats obtenu et quels sont les problèmes qui pourraient être rencontrés ?*
- *Expériences supplémentaires pour valider ou invalider un résultat ou une affirmation / hypothèse ?*

EPFL Résultats et discussion

- **Trier les résultats**

- rapport ≠ cahier de laboratoire
- ceux qui apportent quelque chose

- **Décrire et démontrer les résultats**

- données qui soutiennent le résultats
- privilier: schémas, figures, images, tableaux

- **Interpréter les résultats**

- évaluation de leur validité
- réponse à l'hypothèse?
- implications pour le domaine

- **un résultat = un paragraphe**

- phrases simples
- informations reliées par des transitions

- **qualification des résultats**

- valeurs pertinentes
- statistiques
- écarts-type

- Conclusions = Résumé global
 - ⇒ Résultats principaux (avec valeurs)
 - ⇒ Discussion principale

- **Conclusions** = Critique du résultat
 - ⇒ Validité des résultats principaux
 - ⇒ Objectif atteint ?
 - ⇒ Approfondissements, perspectives

- **Conclusions** = Mise à jour par rapport à intro
 - ⇒ Qu'est-ce qu'on a appris de nouveau ?
 - ⇒ Qu'est-ce qui pourrait être intéressant d'étudier dans ce contexte pour compléter?
 - ⇒ Création de nouvelles connaissances

Un échantillon de chlorure d'euroium de nombre d'hydratation inconnu a pu être titré par une méthode complexométrique standard utilisant l'EDTA comme complexant. Le titre de la solution d'échantillon préparé a permis d'en déduire que la formule probable du sel est $\text{EuCl}_3 \cdot 4,01(5) \text{ H}_2\text{O}$. Ce résultat d'une bonne précision ne peut cependant pas être certifié sans la mesure d'échantillons de concentrations standards connues ou l'utilisation d'une autre méthode de mesure de la concentration en ion lanthanide.

La spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (ICP-MS) pourrait permettre de déterminer la concentration de notre échantillon par une autre méthode et ainsi de valider l'exactitude du résultat de cette expérience. Un titrage spectrophotométrique est une autre méthode plus facilement réalisable que l'ICP-MS et donnant accès à la concentration. Un titrant complexant les ions lanthanide avec une stoechiométrie bien définie et absorbant dans le spectre UV-visible serait alors nécessaire.

- *Résumé des résultats principaux (avec les valeurs)*
- *Critique du résultat*
- *Résumé de la discussion, approfondissements, perspectives*
- *Objectif atteint ? Mise à jour des connaissances par rapport à l'intro...*

- Importantes !!!
- Citation dans le texte 1, 2, 3
- Section «Références» à la fin du rapport

Chaque **entrée** doit être **unique** !
⇒ Si cit. 1 utilisée $N \times$ dans texte,
réutiliser $N \times$ 1.

Références

1. Andres, J. Chauvin, A.-S. *Notions théoriques pour TP de Chimie I et II*. EPFL-SB-SCGC, Lausanne, **2019**.
2. Schwarzenbach G., Flaschka H. *Complexometric Titrations*. Methuen, London, **1969**.
3. Roussel, Ch. *Analyse quantitative*. EPFL-SB-SCGC, Lausanne, **2019**.

ACS (<https://doi.org/10.1021/acsguide.40303>)

journal article Foster, J. C.; Varlas, S.; Couturaud, B.; Coe, J.; O'Reilly, R. K. Getting into Shape: Reflections on a New Generation of Cylindrical Nanostructures' Self-Assembly Using Polymer Building Block. *J. Am. Chem. Soc.* **2019**, *141* (7), 2742–2753. DOI: 10.1021/jacs.8b08648

book in print Frankel, F. *Picturing Science and Engineering*; MIT Press, 2018.

book chapter in print Bard, A. J.; Faulkner, L. R. Double-Layer Structure and Absorption. In *Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications*, 2nd ed.; John Wiley & Sons, 2001; pp 534–579.

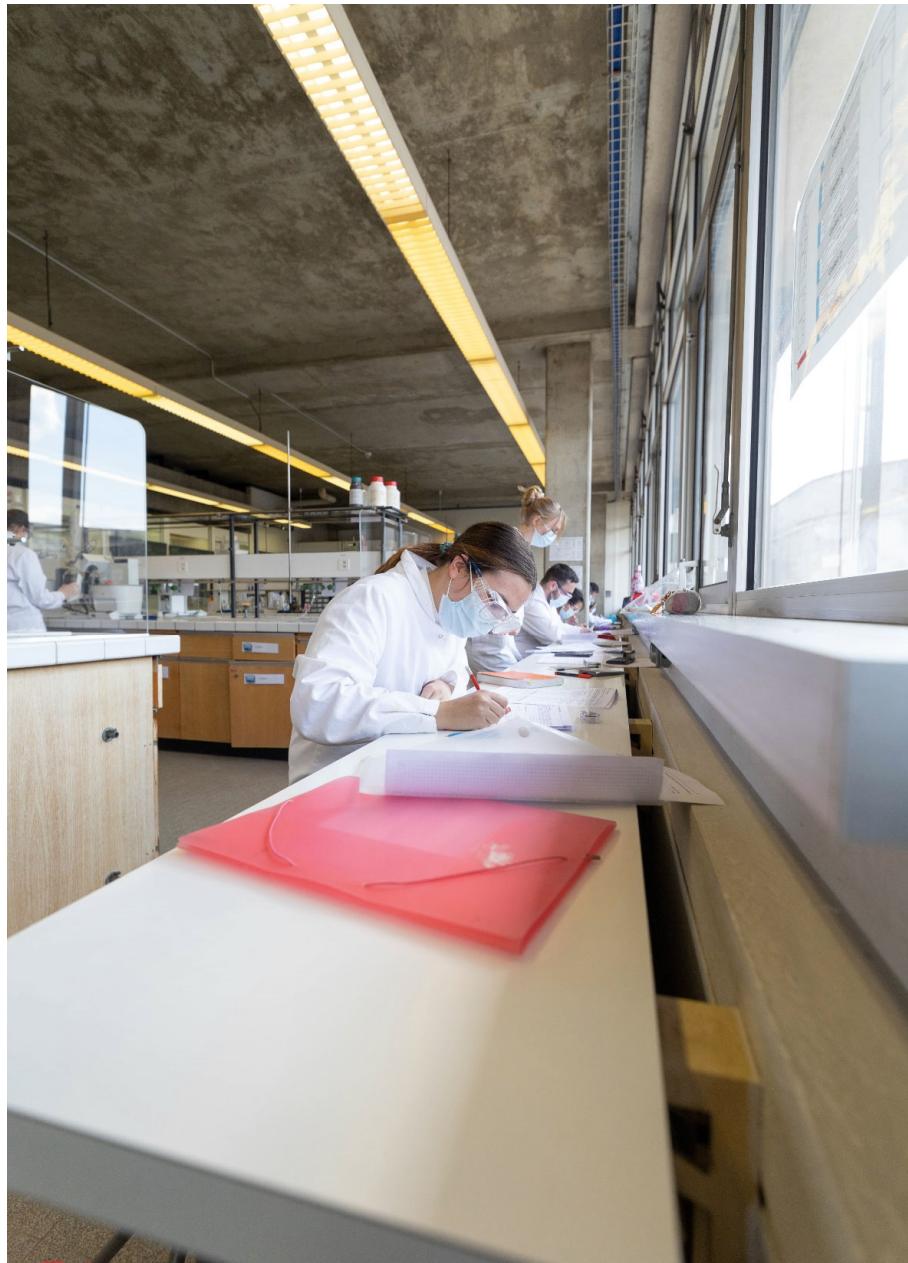
website ACS Publications Home Page. <https://pubs.acs.org/> (accessed 2019-02-21).

...

Auteurs. Titre. *Journal*. **Année**, volume, pages.

Auteurs. (Titre du chapitre. In) *Titre du livre*, Edition, Année(; pages).

- Ne pas écrire le rapport chronologiquement de manière linéaire de l'intro à la conclusion !
- Rapport = document rédigé
- Relectures



Rédaction du rapport de TP

Aspects pratiques
Règles et conventions

Semestre 1: 3 TP → 2 rapports

TIT : Titrage acide-base et pH



Objectifs différents !

⇒ Trouver le bon angle pour introduire les expériences

AspC : Analyse de l'Aspirine C



Compte-rendu
à rendre le jour même
SAP : Saponification



Template .docx dispo sur moodle à utiliser !



Rédaction

Détermination du nombre d'hydratation d'un sel de lanthanide

Julien Andre.

Date 18.06.2021

Introduction

Les sels de lanthanide(III) sont souvent trouvés sous formes hydratées. Le nombre d'hydratation peut varier en fonction des conditions de stockage du sel, de l'humidité ambiante, de la méthode de préparation ou de séchage du composé. Un sel de lanthanide doit donc être régulièrement titré afin d'en connaître la formule exacte. La formule générale est de la forme $\text{LnR}_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}$, avec R: un anion halogénure (F^- , Cl^- etc.), perchlorate (ClO_4^-), nitrate (NO_3^-), triflate (CF_3SO_4^-), etc., et x le nombre d'hydratation (nombre de molécule d'eau).

Le titrage des ions trivalents $\text{Ln}(\text{III})$ se fait généralement par complexométrie¹ en utilisant la formation d'un complexe 1:1 entre l'EDTA et les ions lanthanide en solution aqueuse selon la réaction présentée en Figure 1.² Une solution de concentration connue en EDTA est utilisée. La solution est tamponnée par l'urotropine ($\text{pK}_a = 4,89$) à pH acide afin d'éviter la précipitation d'hydroxydes de lanthanide. L'indicateur coloré est le xylène orange. Cet indicateur est coloré en rose-violacé en présence d'ions métalliques avec lesquels il peut former un complexe et en jaune sous sa forme libre. L'EDTA est un meilleur complexant que le xylène orange, ce qui permet de former quantitativement le complexe $[\text{Ln}(\text{EDTA})]$ incolore et de relâcher l'indicateur sous sa forme libre.

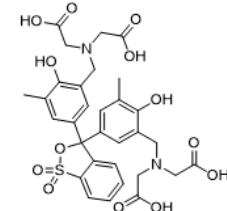
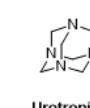
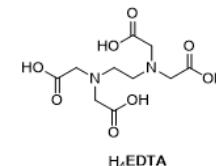


Figure 1. Réaction de l'EDTA avec les ions lanthanide (Ln^{3+}) en solution aqueuse et structures des composés



Signature ▾ Date et heure ▾ Objet ▾

Équation Symbole ▾

Prédefini

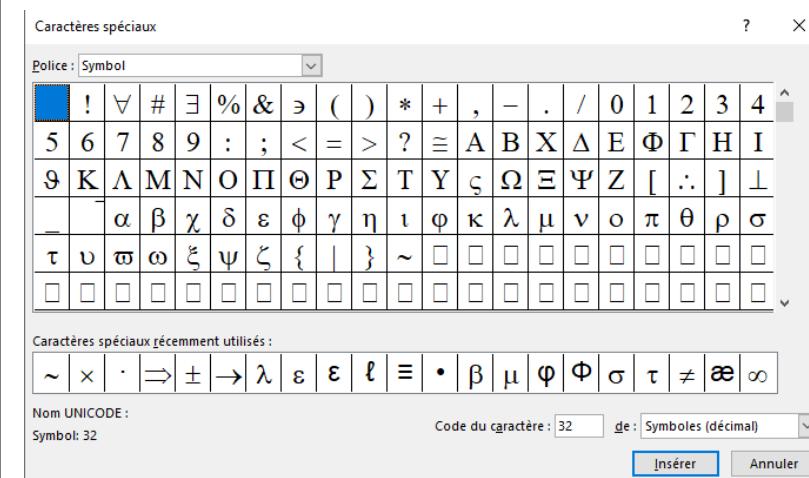
Surface du cercle

$$A = \pi r^2$$

Loi binomiale

$$(x + a)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k a^{n-k}$$

Élevation d'une somme

$$nx - n(n-1)x^2$$




Où les trouver ?

◀ Gestes de base en chimie

Informatique

▶

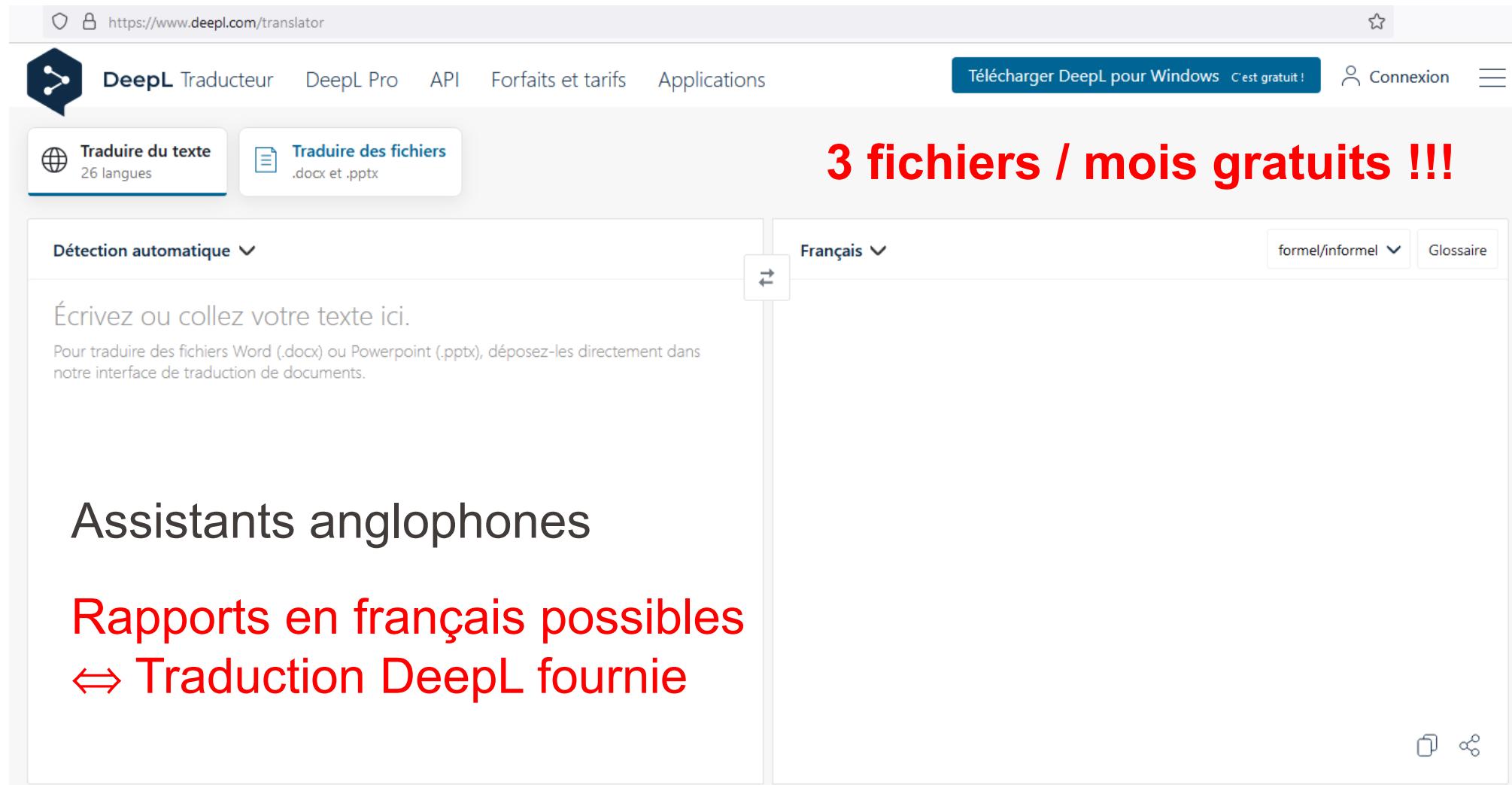
MS-Office

Selon le site windows.epfl.ch - Informations windows et logiciels, la version "étudiant" d'Office 365 est disponible gratuitement sur "<https://www.microsoft.com/FR-CH/EDUCATION/>" en s'enregistrant en tant qu'étudiant avec l'adresse e-mail EPFL.

Cette version vous donne accès à Word et Excel dont vous aurez besoin pour vos rapports de TP.

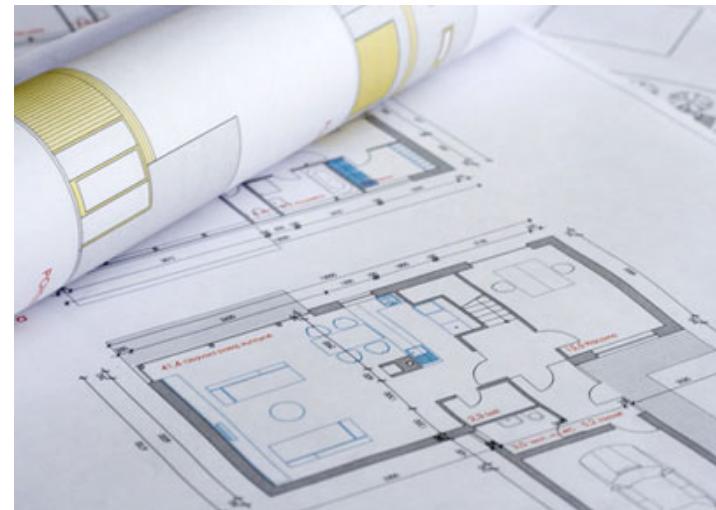
A installer et tester pour mercredi prochain !

www.deepl.com



The screenshot shows the DeepL Translator homepage. At the top, there is a navigation bar with links for "DeepL Traducteur", "DeepL Pro", "API", "Forfaits et tarifs", and "Applications". On the right side of the navigation bar, there is a "Télécharger DeepL pour Windows C'est gratuit!" button, a "Connexion" link, and a menu icon. Below the navigation bar, there are two buttons: "Traduire du texte 26 langues" (selected) and "Traduire des fichiers .docx et .pptx". A large red banner on the right side of the page states "3 fichiers / mois gratuits !!!". The main interface consists of two text input fields separated by a double-headed arrow. The left field is labeled "Détection automatique" and contains the placeholder text "Écrivez ou collez votre texte ici." The right field is labeled "Français" and contains the text "formel/informel". Below the text fields, there is a large red text block that reads "Assistants anglophones" and "Rapports en français possibles ⇔ Traduction DeepL fournie". In the bottom right corner of the main area, there are icons for a clipboard and a share symbol.

1. Objectifs
 2. Structure interne
 3. Chronologie
 4. Temps
 5. Rédaction
 6. Relectures
 7. Révisions



Rapports scientifiques: Règles et conventions

Présentation importante !

Contraintes de style et mise en page → **compris efficacement...**
(partage d'info optimal)

Mise en page

- Texte justifié
- Numéros de pages
- Titre et sous-titres

Style

- Phrases courtes et claires
- Formel
- Passé, passif, discours indirecte
- Symboles

Tableaux, figures, graphiques

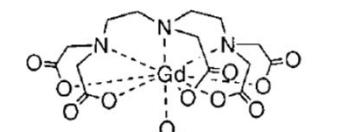
- Légendes
- Numéroté
- Complets, clairs, utiles



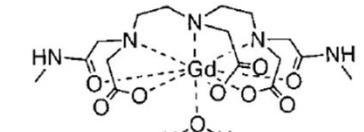
Figures et légendes

Schémas, structures chimiques: en dessus ou en dessous, mais cohérent

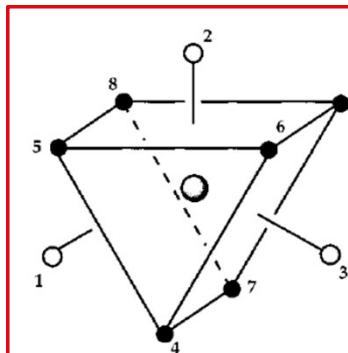
Chart 1



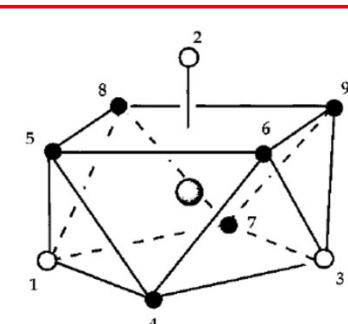
$[\text{Gd}(\text{DTPA})(\text{H}_2\text{O})]^{2-}$ (Magnevist™)



$[\text{Gd}(\text{DTPA-BMA})(\text{H}_2\text{O})]$ (Omniscan™)



Tricapped Trigonal Prism



Monocapped Square Antiprism

Figure 1. Tricapped trigonal prism (TTP) and monocapped square antiprism (CSAP) geometries.

Tableaux: en dessus

Table 5. Selected Bond Distances (Å) for Ln(III) Complexes of TTHA

complex	Ln–O _{carboxylate} ^a	Ln–N _{amine} ^a	ref
Na ₃ [Nd(TTHA)]	2.430–2.537	2.724–2.823	62
Na _{0.5} H _{5.5} [Nd ₂ (TTHA)] ₂	2.397–2.471	2.629–2.732	60
(CN ₃ H ₆) ₂ [La(HTTHA)]	2.464–2.535 (2.801) ^b	2.757–2.875	57
K ₂ [La(HTTHA)]	2.469–2.555 (2.711) ^b	2.788–2.843	58
(CN ₃ H ₆) ₂ [Dy(HTTHA)]	2.317–2.419	2.574–2.712	57
(CN ₃ H ₆) ₂ [Gd(HTTHA)]	2.352–2.437	2.590–2.733	59
K ₃ [Yb(TTHA)]	2.264–2.365	2.568–2.721	61

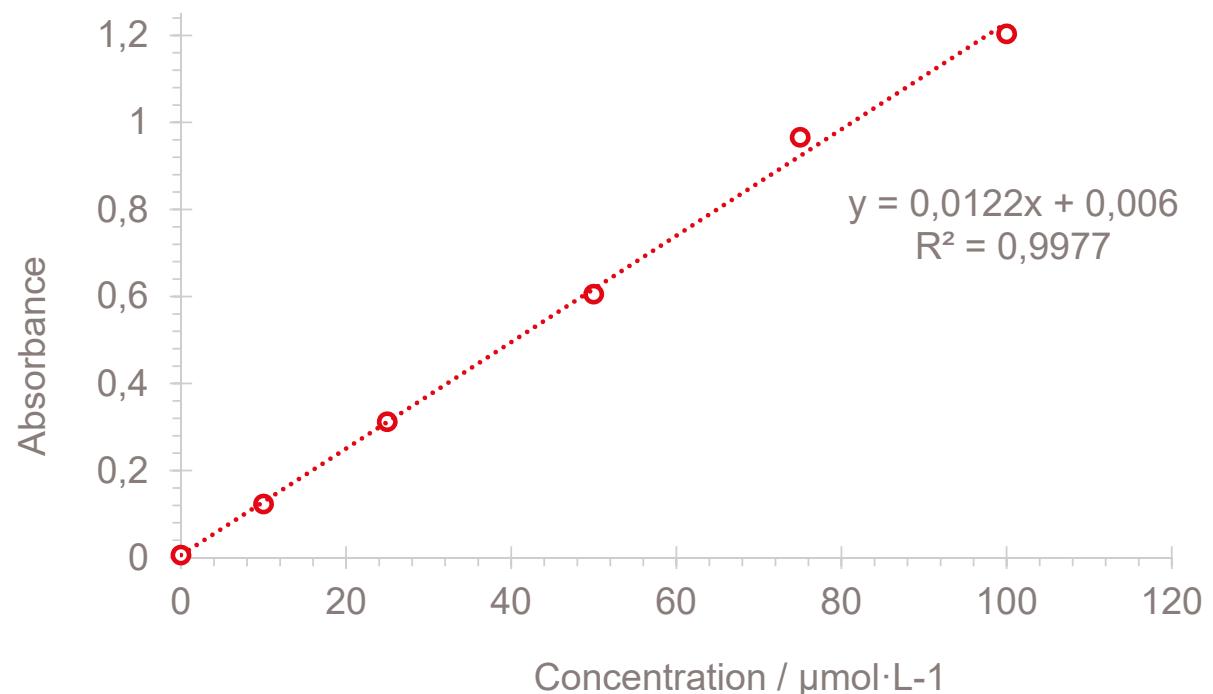
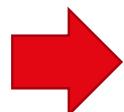
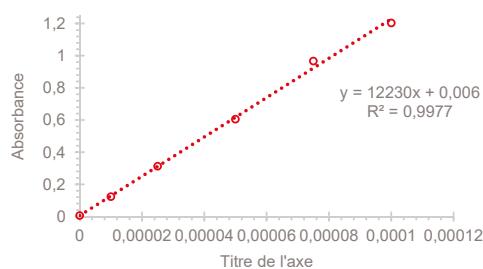
^a Range of observed distances. ^b One significantly longer bond distance is listed in parentheses.

Equations: numérotée sur la même ligne (1), (2), etc. et expliquées dans le texte

$$G = C \left(\frac{3 \cos^2 \phi - 1}{r^3} \right) + C \left(\frac{\sin^2 \theta \cos^2 2\phi}{r^3} \right) \quad (5)$$

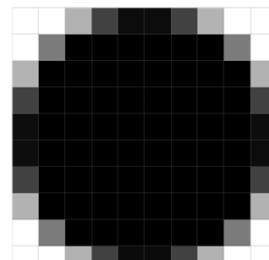
Figures, graphiques, autres images: en dessous

Attention à la taille !

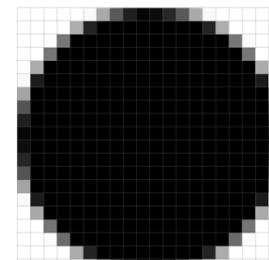


Mise en page

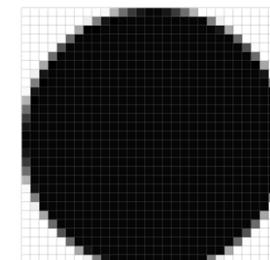
Résolution



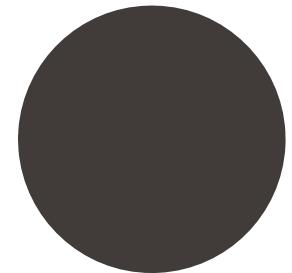
1x
(10 x 10 px)



2x
(20 x 20 px)



3x
(30 x 30 px)



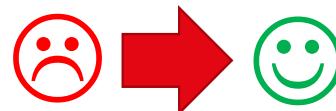
Redessiné

Mise en page

Police

Fonte

Lorem ipsum dolor sit
amet, consectetur
adipiscing elit...



Police

Arial

Times New Roman

(+ $\Sigma\psi\mu\beta\circ\lambda$)

Corps du texte: Taille 12



Utilisez les styles !

Titre ¶

¶

 Lorem ipsum dolor sit amet,
 consectetur adipiscing elit, sed do
 eiusmod tempor incididunt ut
 labore et dolore magna aliqua. ¶

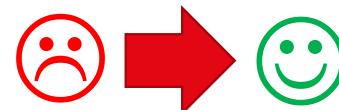
¶

¶

Table 1. x en fonction de y ¶

¶

x ¶	$y = 2*x+1$ ¶
1 ¶	3 ¶
2 ¶	5 ¶



Titre ¶

 Lorem ipsum dolor sit amet,
 consectetur adipiscing elit, sed do
 eiusmod tempor incididunt ut
 labore et dolore magna aliqua. ¶

Table 1. x en fonction de y ¶

x ¶	$y = 2x + 1$ ¶
1 ¶	3 ¶
2 ¶	5 ¶

The image shows a Microsoft Word ribbon interface. The 'Style' tab is selected and highlighted with a red box. The ribbon tabs include 'Creation', 'Disposition', 'References', 'Publipostage', 'Revision', 'Affichage', 'MathType', 'Développeur', 'Zotero', 'Acrobat', and a feedback tab. The 'Style' tab dropdown is open, showing various styles: AaBbCcDdEe, AaBbCcI, AaBbCcI, AaBbCc, AaBbCcI, AaBbCcD, AaBbCc, AaBbCcD, AaBbCcD, and AaBbCcD. Below the dropdown are style names: EPFL Mail, Normal, Titre, Sans int..., Titre 1, Titre 2, Titre 3, Sous-titre, Emphase..., Accentuat..., and Emphase i... The 'Style' tab is the active tab, indicated by the red box.

▪ Introduction

This report

RedMa

purpose

T1RS·a

The·goal

verify·1

resin.·T

detection

is·suitab

▪ Expéri

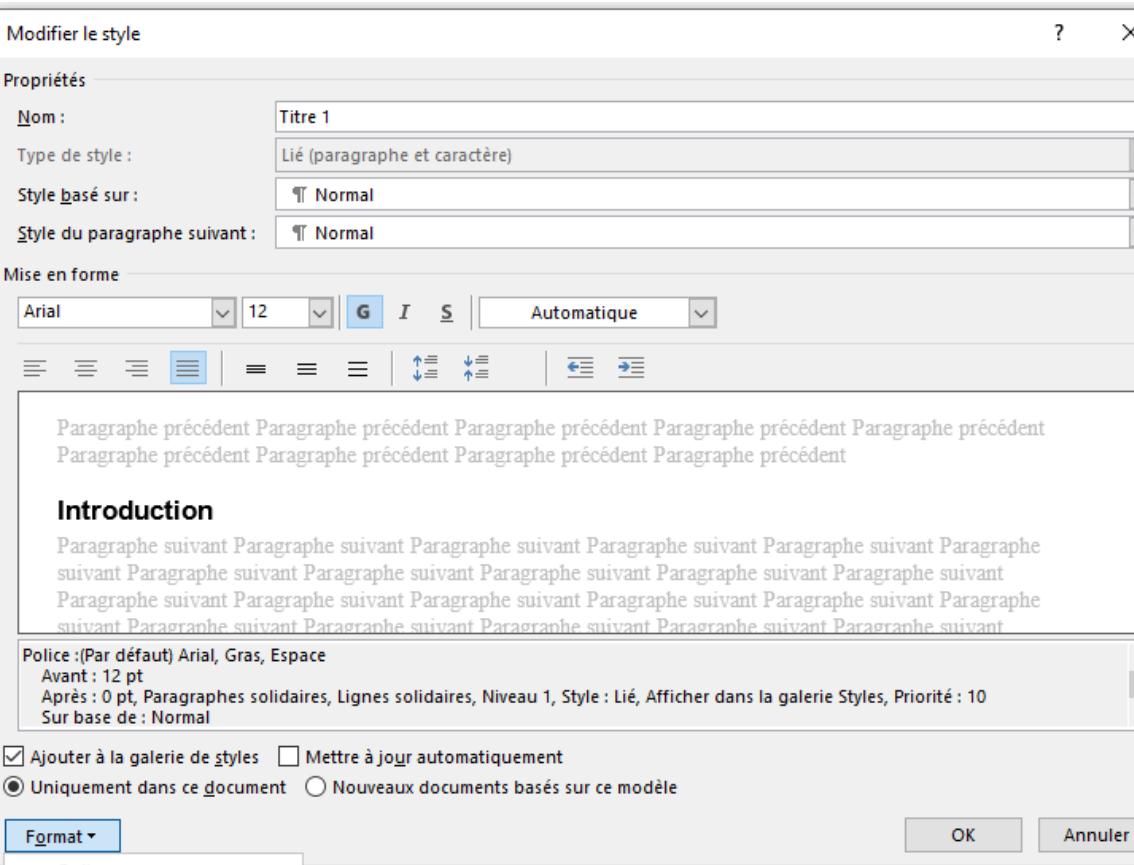
▪ Chem

Potassi

pure)·we

100.5%·

ISO·for



· Acros· Chemicals. · Sodium· hydrogenocarbonate· (NaHCO₃· 99.0-
ed· from· Fluka· and· concentrated· sulphuric· acid· (H₂SO₄· 96%· RPE-
nased· from· Carlo· Erba· Reagent. · All· the· solutions· were· prepared·



$$\left[\frac{-\hbar^2}{2m} \nabla^2 + V(\mathbf{r}) \right] \Psi(\mathbf{r}) = E \Psi(\mathbf{r})$$

$$\nabla^2 f = \nabla \cdot \nabla f = \operatorname{div}(\operatorname{grad} f)$$

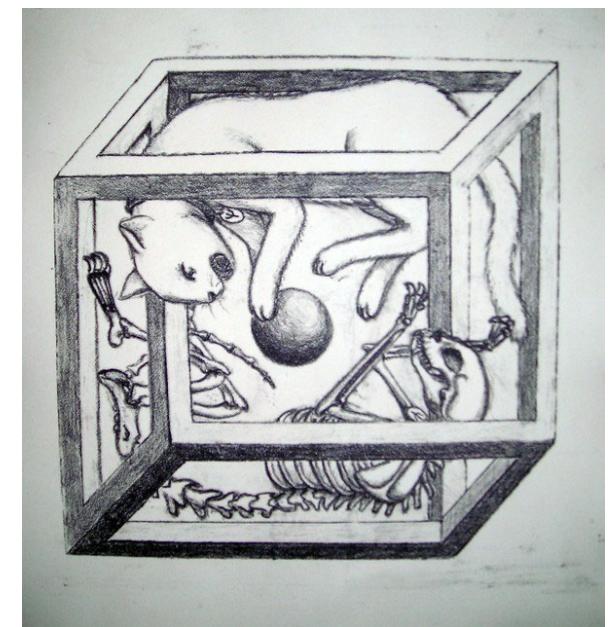
Erwin

Schrödinger

$$E_{cin} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$$

$$\hat{p}_x = -i\hbar \frac{d}{dx}$$

$$\nabla f = \left(\begin{array}{c} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \\ \frac{\partial f}{\partial z} \end{array} \right)$$



Symboles corrects

Multiplication : ~~*~~ \Rightarrow \cdot ou \times

Indices et exposants

~~H₂O~~ \Rightarrow H₂O



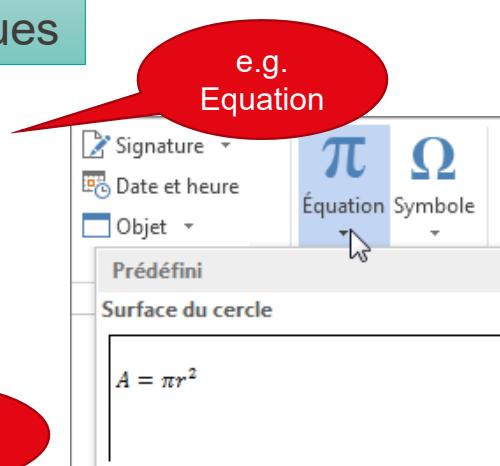
Equations et formules mathématiques

$$c_A = V_B \cdot c_B / V_A \Rightarrow c_A = \frac{V_B \cdot c_B}{V_A}$$

Notation scientifique

~~2,372~~ \cdot 10⁻³ \Rightarrow 2,37 \cdot 10⁻³

Notation IUPAC



INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY
PHYSICAL CHEMISTRY DIVISION

Quantities, Units
and Symbols in
Physical Chemistry

Prepared for publication by

IAN MILLS TOMISLAV CVITAŠ
KLAUS HOMANN NIKOLA KALLAY

KOZO KUCHITSU
SECOND EDITION



1. https://old.iupac.org/publications/books/gbook/green_book_2ed.pdf
2. <https://www.iupac.org/cms/wp-content/uploads/2016/01/ICTNS-On-the-use-of-italic-and-roman-fonts-for-symbols-in-scientific-text.pdf>

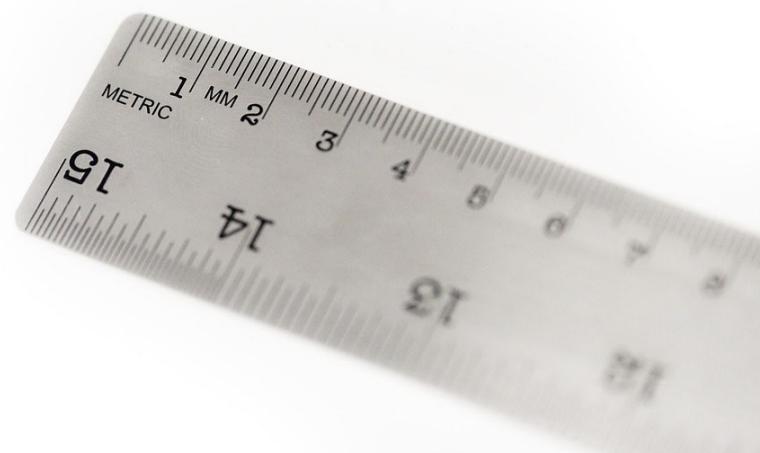
RègleFR ,
ENG . $\lambda = 614,5 \text{ nm}$

roman

italique

614,5 nm
150 μS
250 mL
12,011 $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Distance (ℓ), concentration (c),
pression (p), constante d'équilibre (K),
entropie (S), etc.

Exceptions: pH, $\text{p}K_a$ $5\% = 5 \%$ Espace (insécable)
[Ctrl + Shift + Espace]

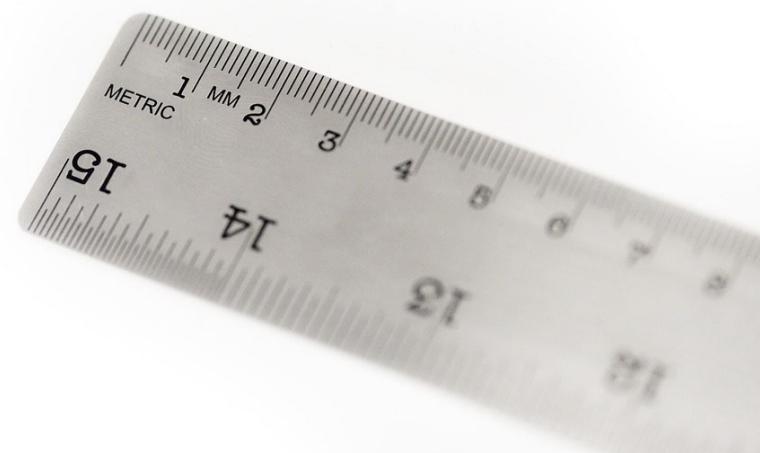
Attention!

C_V vs c_V

Capacité thermique isocore (C_V)

Concentration de V (c_V)

Définir les symboles de la quantité physique
(texte ou légende)



- Bonne présentation (mise en page)
- Formel (style)
- Montre une bonne compréhension du sujet
- Descriptions claires
- Explications persuasives
- Discussion apportant quelque chose