

Traitement des ions nitrate dans l'eau par électrolyse

L'électrolyse est-elle une méthode efficace pour traiter les ions nitrate présents dans l'eau ?

1

Sommaire

I-Détermination des électrodes : Montage à 3 électrodes

II-Titrage des ions nitrate : titrage spectrophotométrique

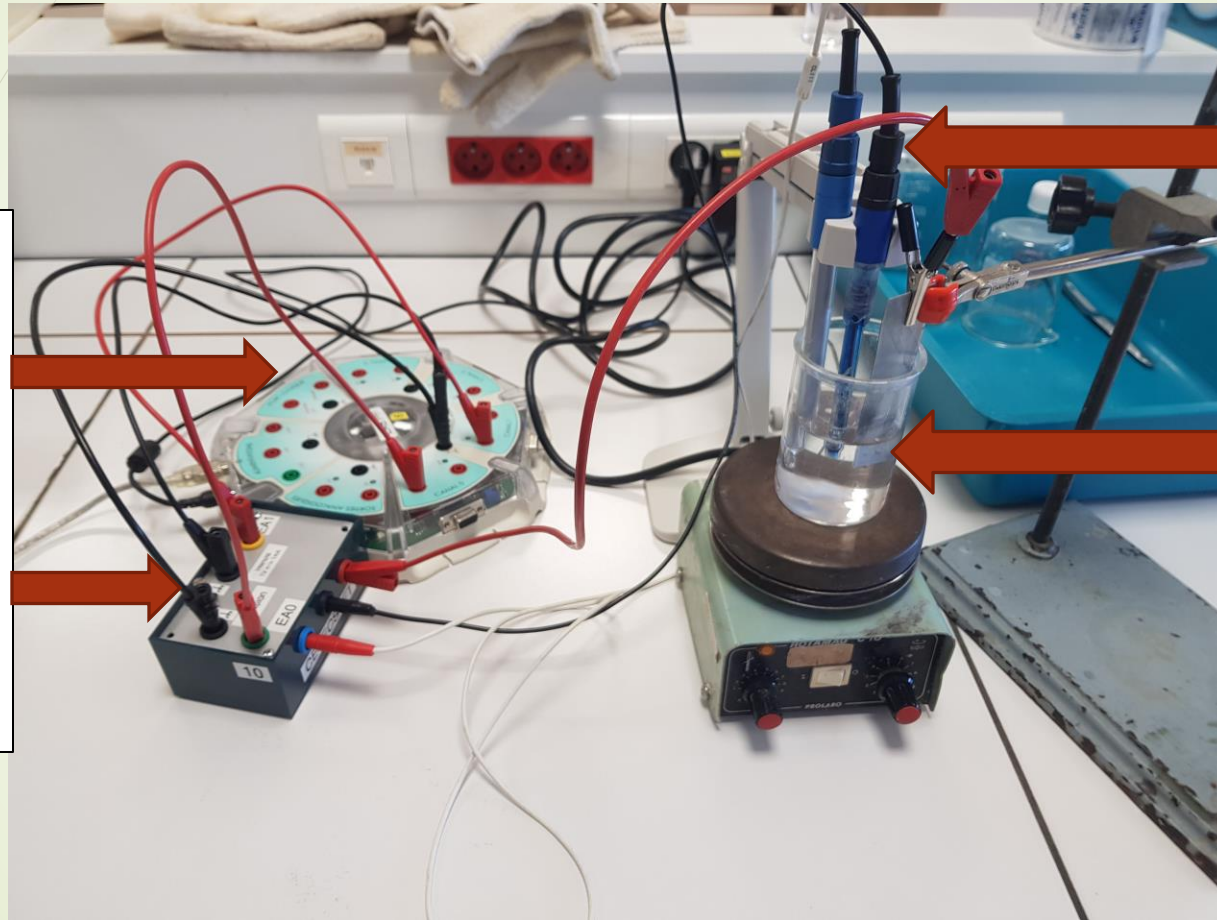
III-Électrolyse d'une solution de nitrates

IV-Conclusion

I-Détermination des électrodes :

Montage à 3 électrodes

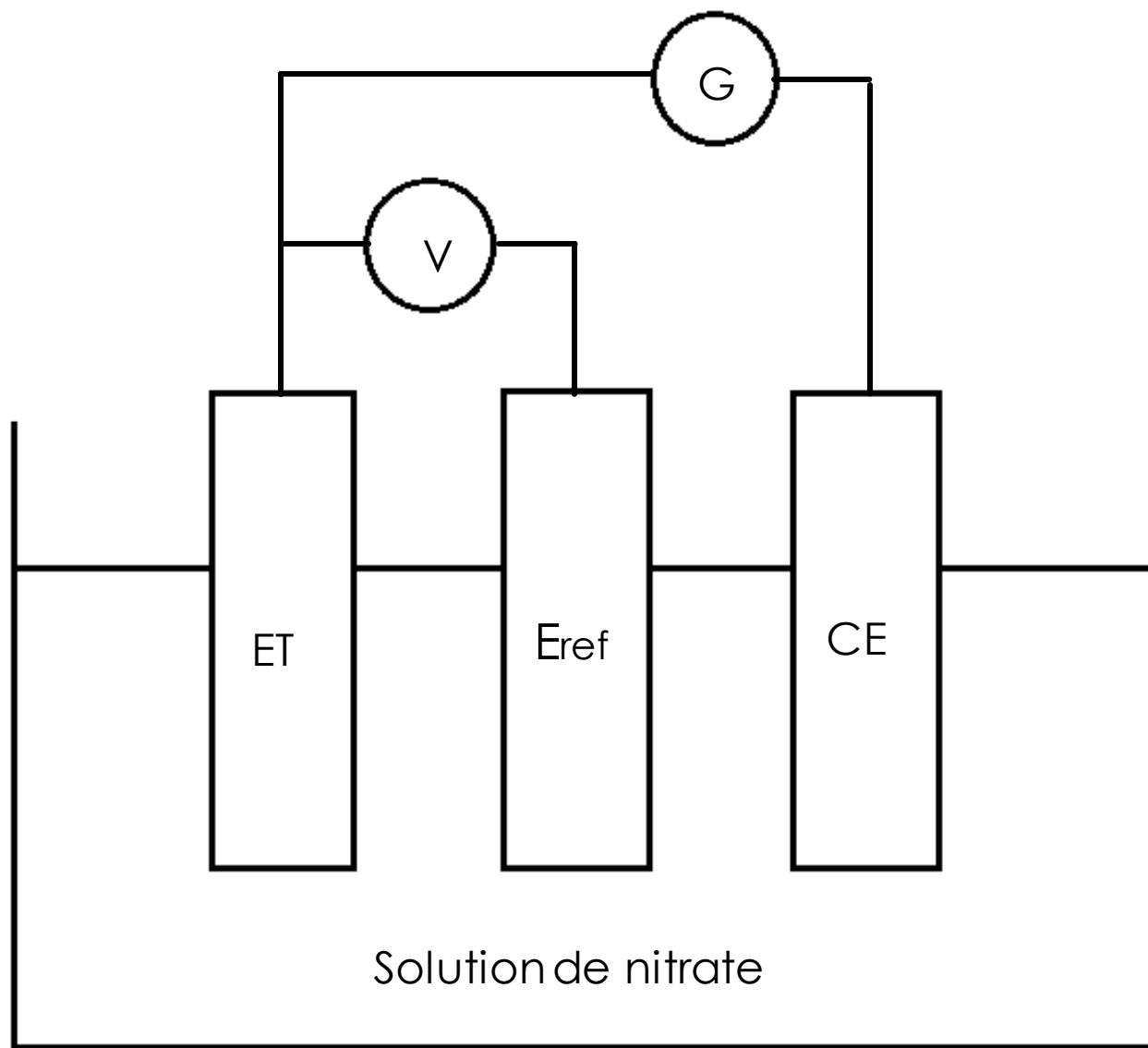
3



Carte
sysam +
Boitier
montage 3
électrodes
pour faire les
mesures de
courant et
de potentiel

Électrode
au chlorure
d'argent,
de platine
et plaque
de zinc

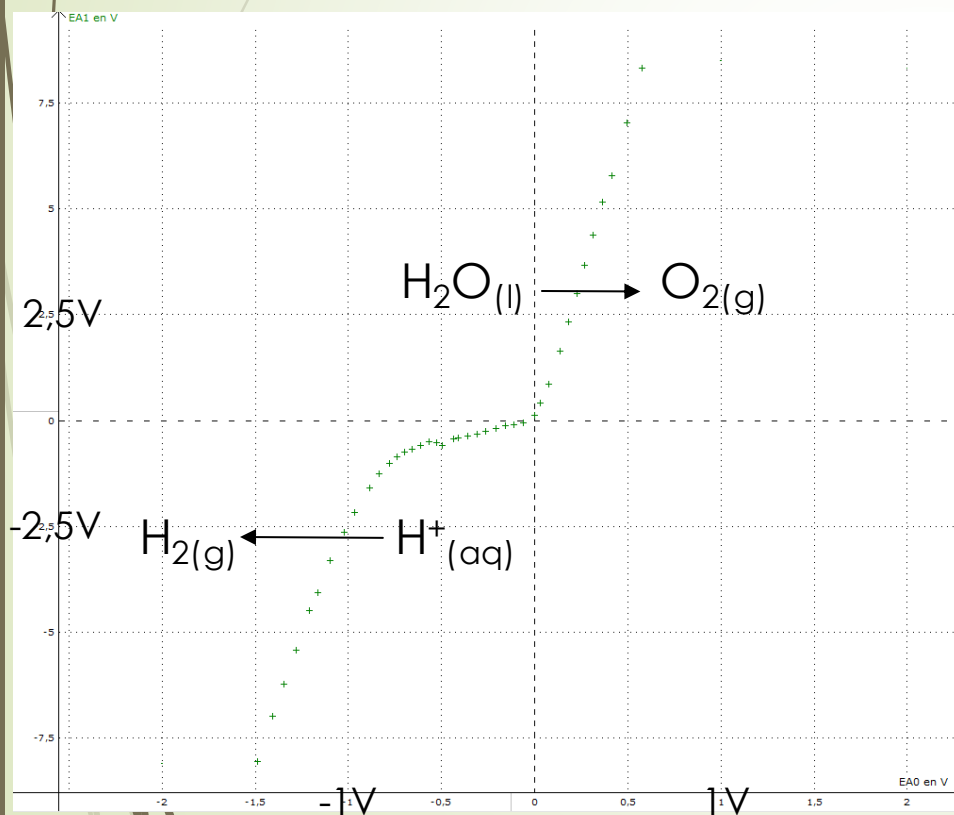
Bécher
contenant
50mL d'eau
distillée et
0,505g de
nitrate de
potassium +
barreau
aimanté



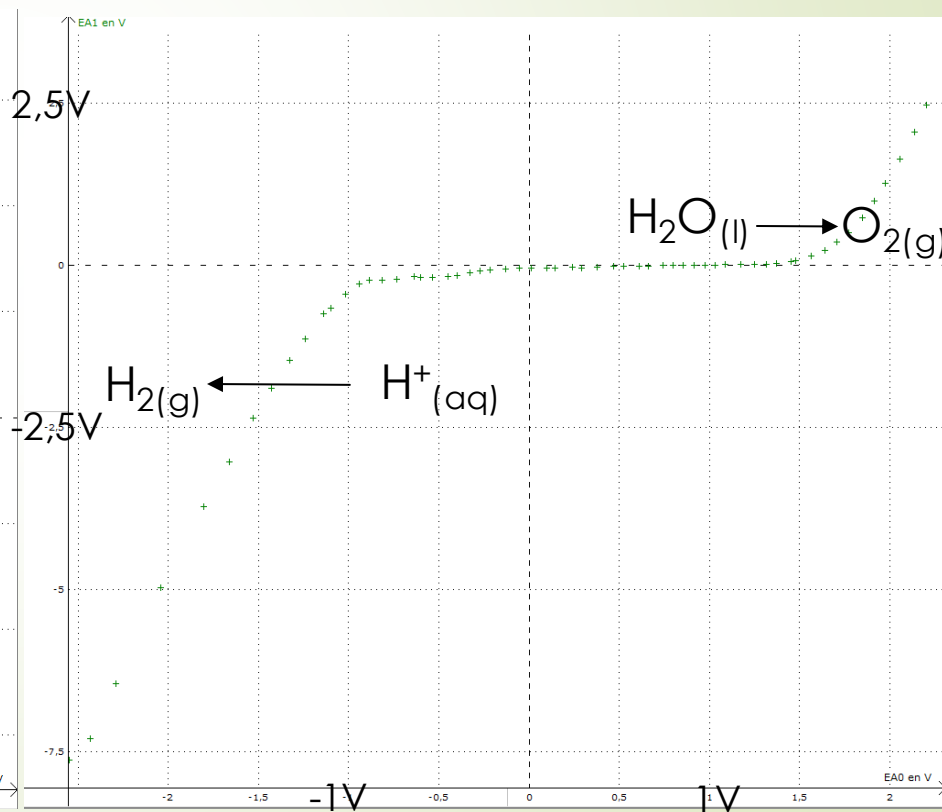
Problèmes :

5

- Concentration (100mg/L, 500mg/L, 10 mol/L)
- Électrode
- La surface de contact
- Le sens de la réaction

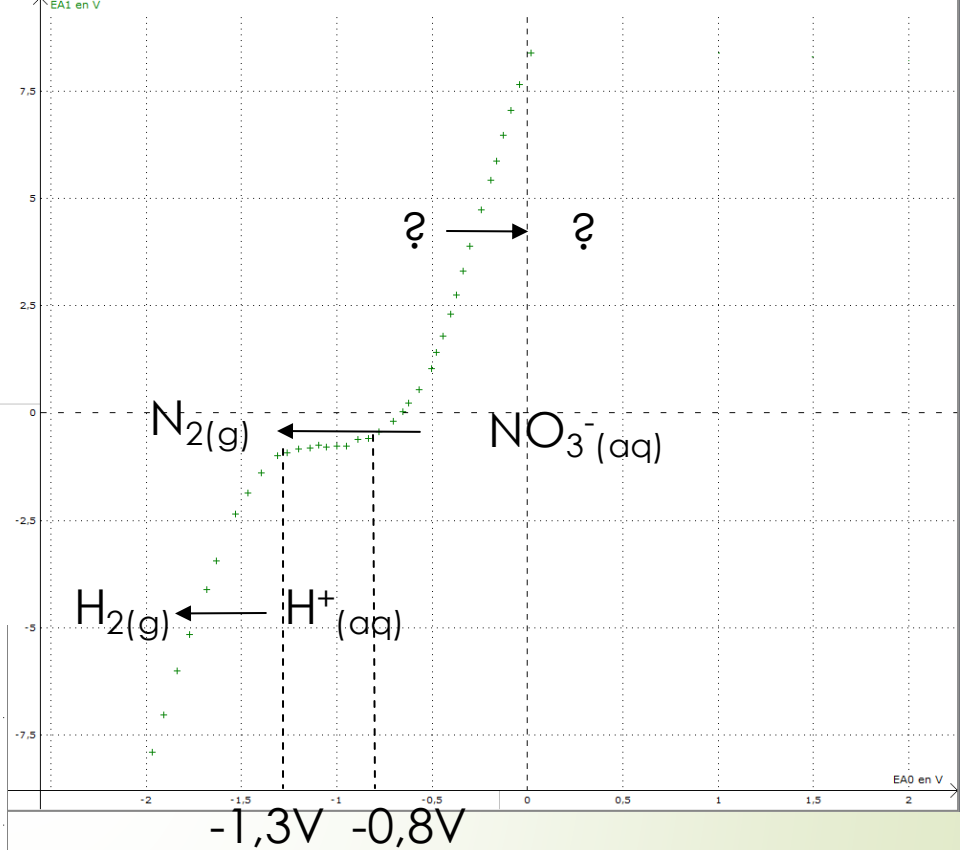
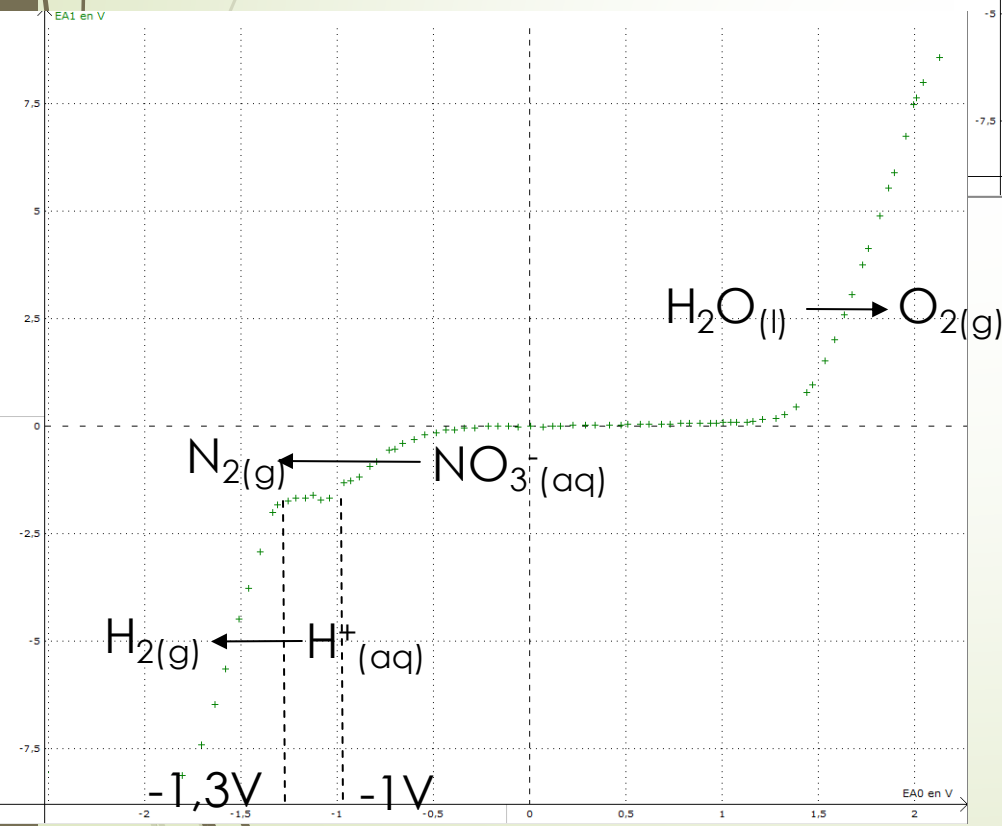


Cuivre



Platine

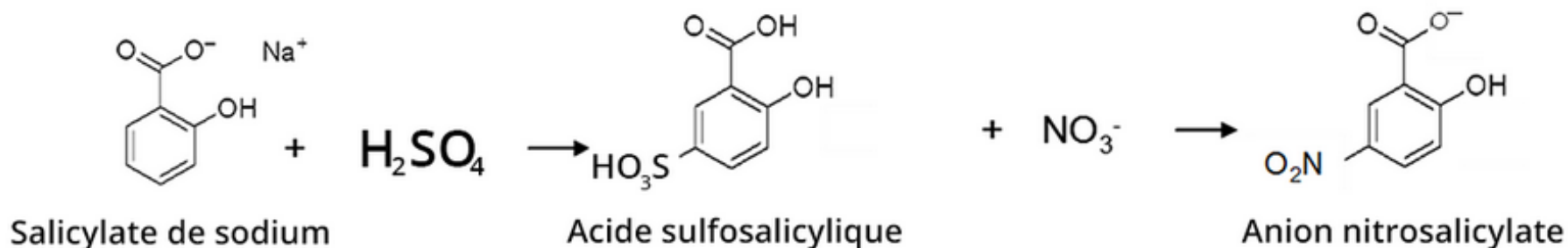
Clou en fer inoxydable



Zinc

II-Titrage des ions nitrate : Spectrophotométrie

Domaine de validité du titrage : entre 0,15 et 50 mg/L



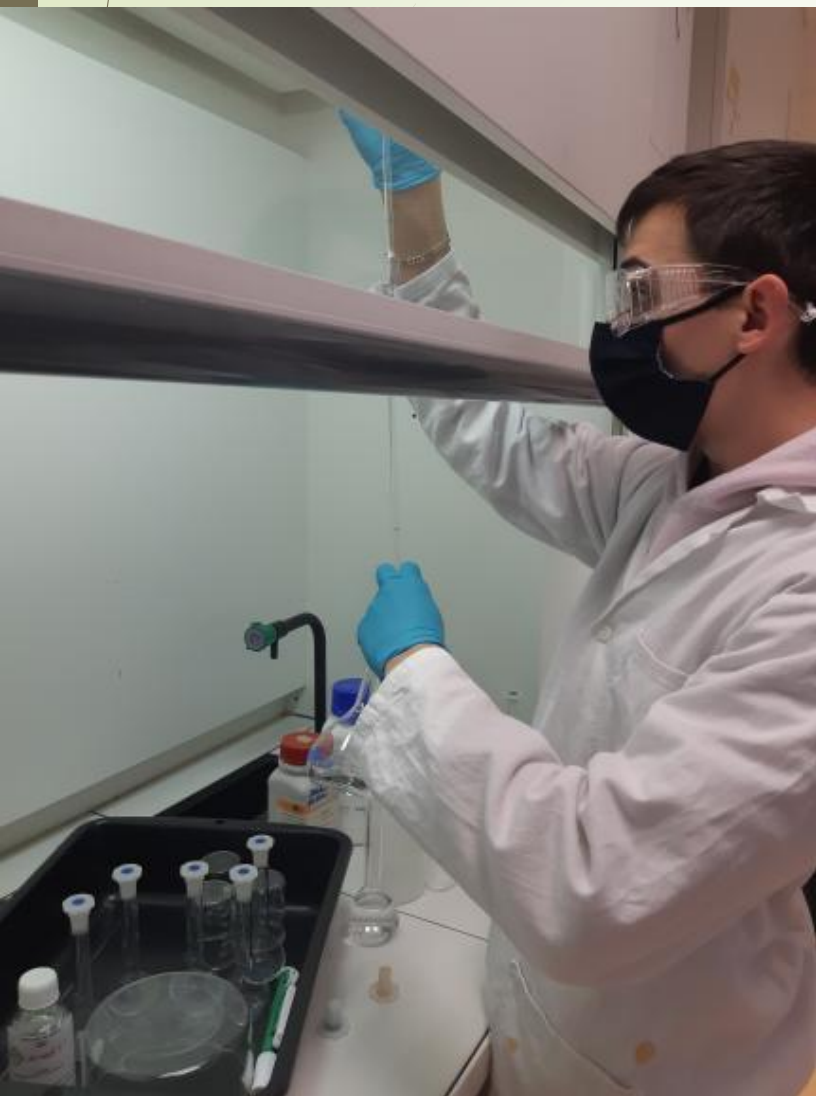
Solution à préparer :

- Solution de nitrate de potassium à 50mg/L
- Solution d'hydroxyde de sodium et de tartrate double de sodium et de potassium
- Solution de salicylate de sodium à 0,5 %

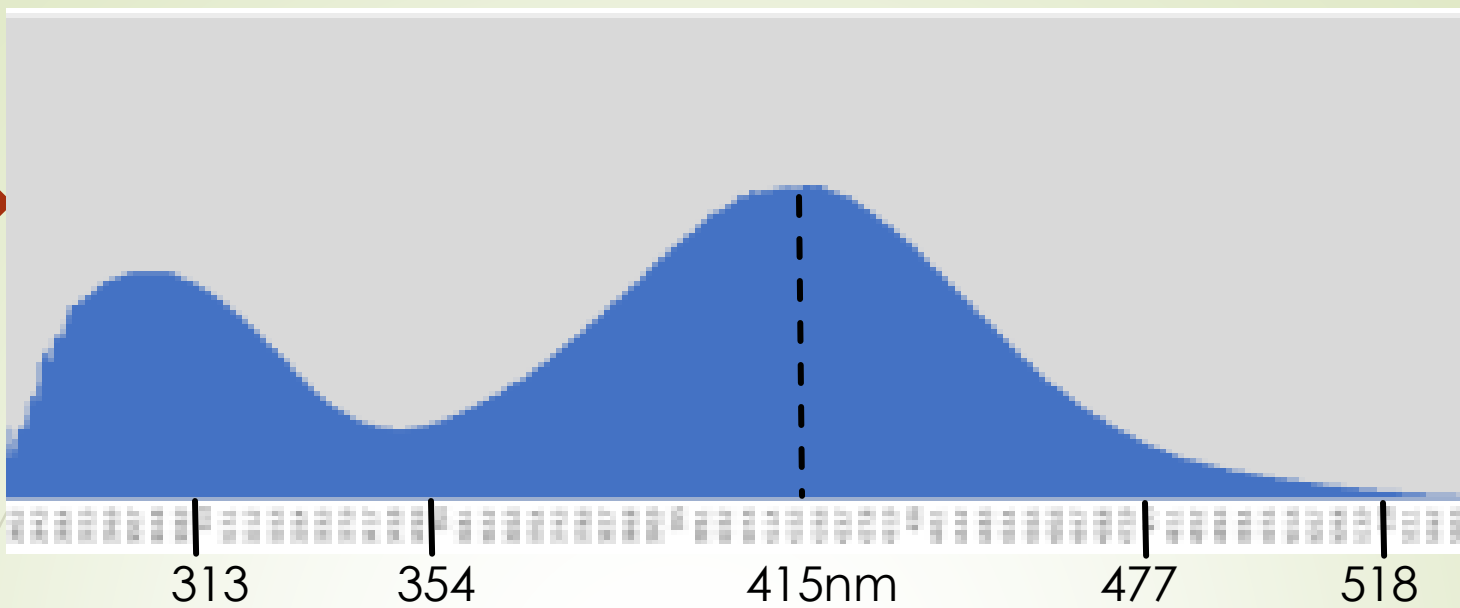
Numéro des flacons	0	1	2	3	4	5
Solution de nitrate de potassium (en mL)	0	10	20	30	40	50
Eau distillée (en mL)	50	40	30	20	10	0
Solution de salicylate de sodium (en mL)	5	5	5	5	5	5
Concentration en ions nitrate en mg/L	0	10	20	30	40	50

Protocole :

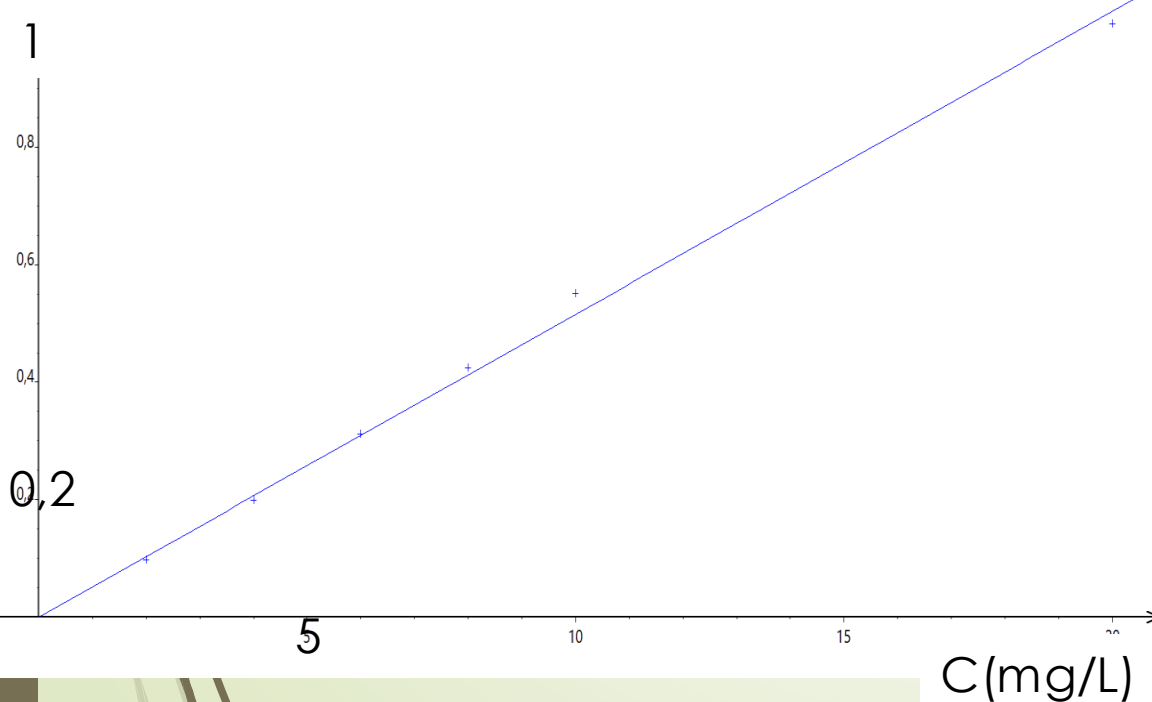
- 1/ Évaporer chaque flacon
- 2/ Reprendre le résidu par 2 mL d'acide sulfurique concentré (18 mol/L)
- 3/ Ajouter 15 mL d'eau distillée puis 15 mL de la solution de tartrate double dans la soude
- 4/Faire la mesure d'absorbance (415 nm)



11



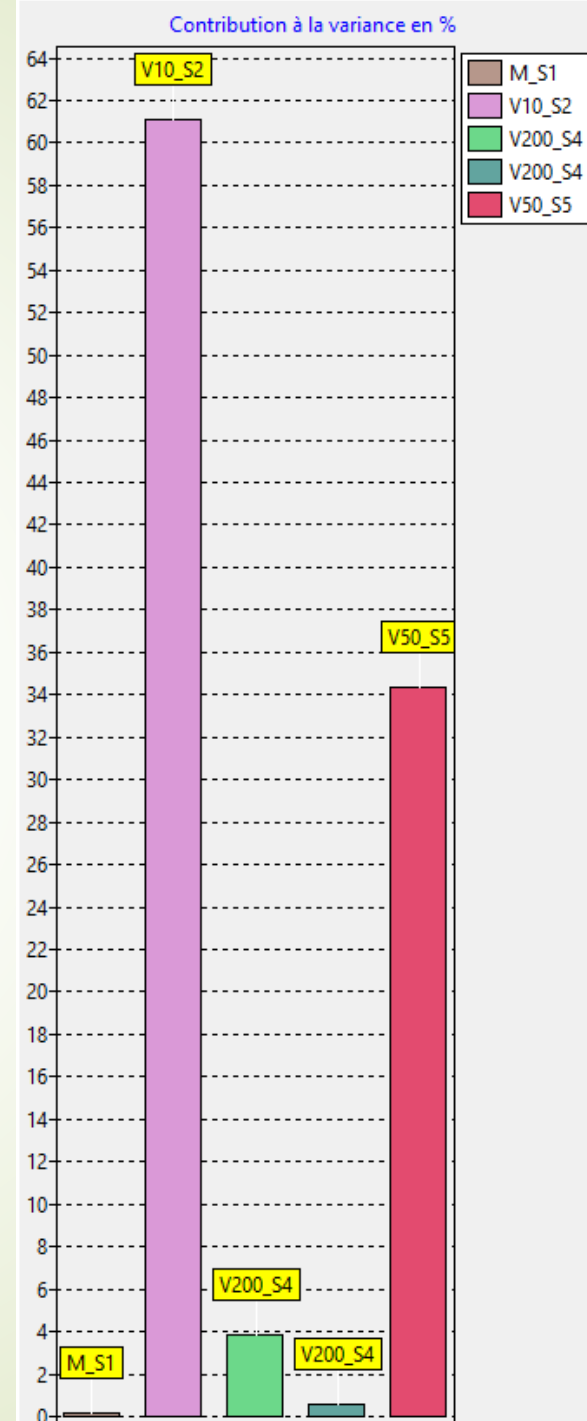
A



	C (mg/L)	A
1	2,001 ± 0,008	0,0974
2	4,002 ± 0,01	0,199
3	6,004 ± 0,02	0,311
4	8,005 ± 0,02	0,425
5	10,004 ± 0,002	0,551
6	20,007 ± 0,003	1,01

Sources d'incertitudes	Incertitudes
Pipette jaugée 10mL	$\pm 0,02 \text{ mL}$
Fiole jaugée 50mL	$\pm 0,15 \text{ mL}$
Fiole jaugée 100mL	$\pm 0,10 \text{ mL}$
Fiole jaugée 200mL	$\pm 0,15 \text{ mL}$
Balance	$\pm 0,0005 \text{ g}$

Formule rentrée : $y = \frac{62 \cdot M \cdot (v10)^4}{101 \cdot (v100)^2 \cdot (v50)^2 \cdot v200}$



III-Électrolyse d'une solution de nitrate

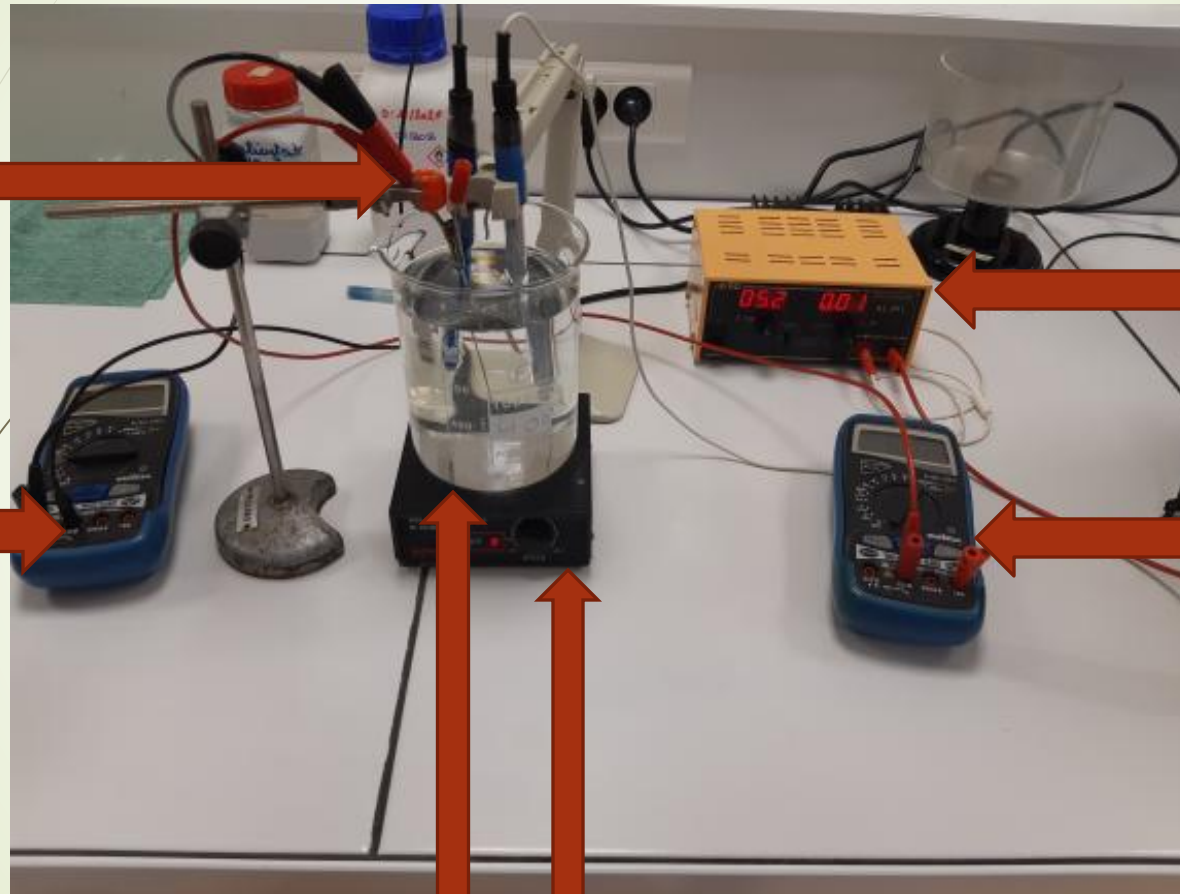
13

Électrode
au
chlorure
d'argent,
de platine
et plaque
de zinc

Voltmètre
pour être
dans le bon
intervalle de
tension

Générateur
de courant
continu

Ampèremètre

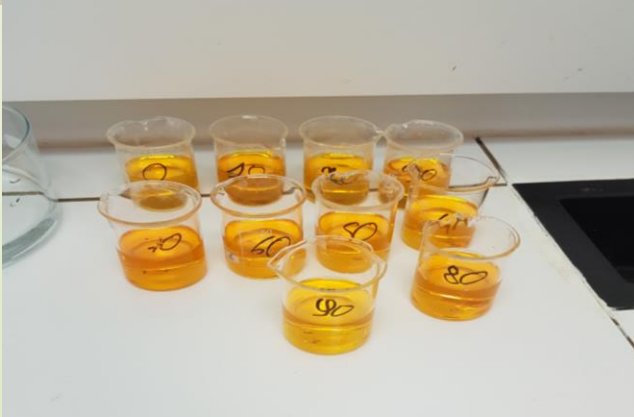
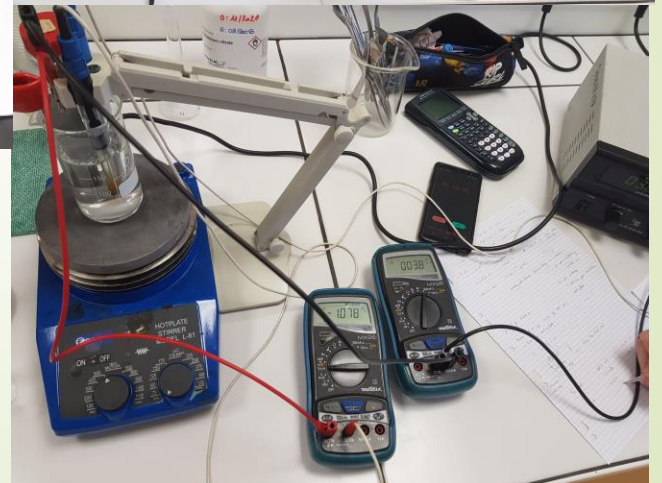
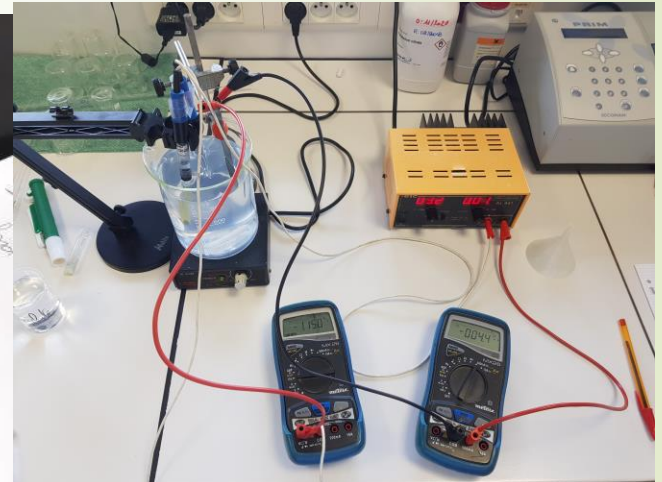
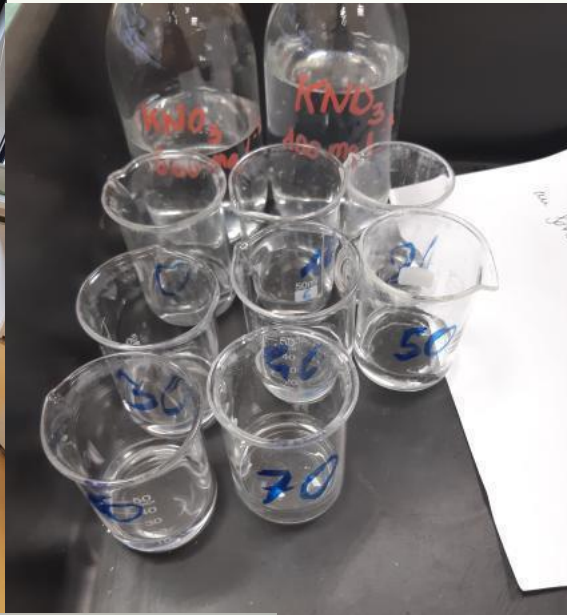


Bécher contenant
une solution de
nitrate à 50 mg/L

Agitateur magnétique
pour contrer l'effet de
diffusion

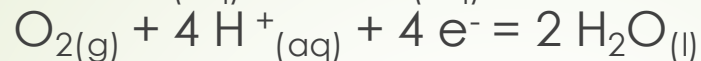
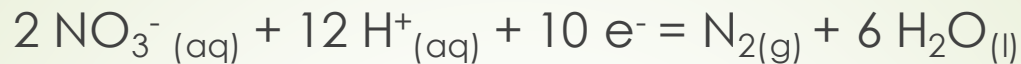
Problèmes :

- Concentration
- Volume de solution



Vérification préalable du fonctionnement de l'électrolyse :

Réaction de fonctionnement de l'électrolyse :



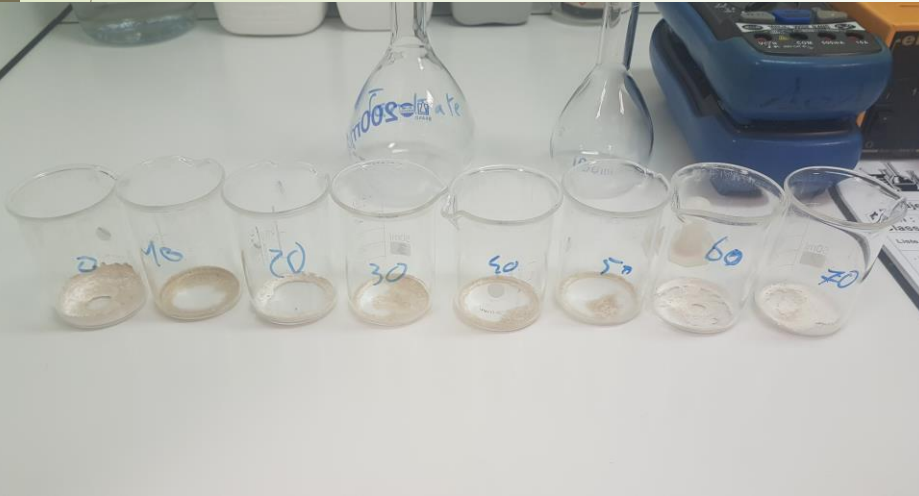
$v = i/nF$

Pour une intensité $i = 4 \text{ mA}$: $v = 8,29 \cdot 10^{-9} \text{ mol/s}$

Après 30 min : $1,49 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$ de NO_3^- réduit soit $9,25 \cdot 10^{-4} \text{ g}$ de NO_3^-

Attendue : concentration de 30 à 25 mg/L en 30 min

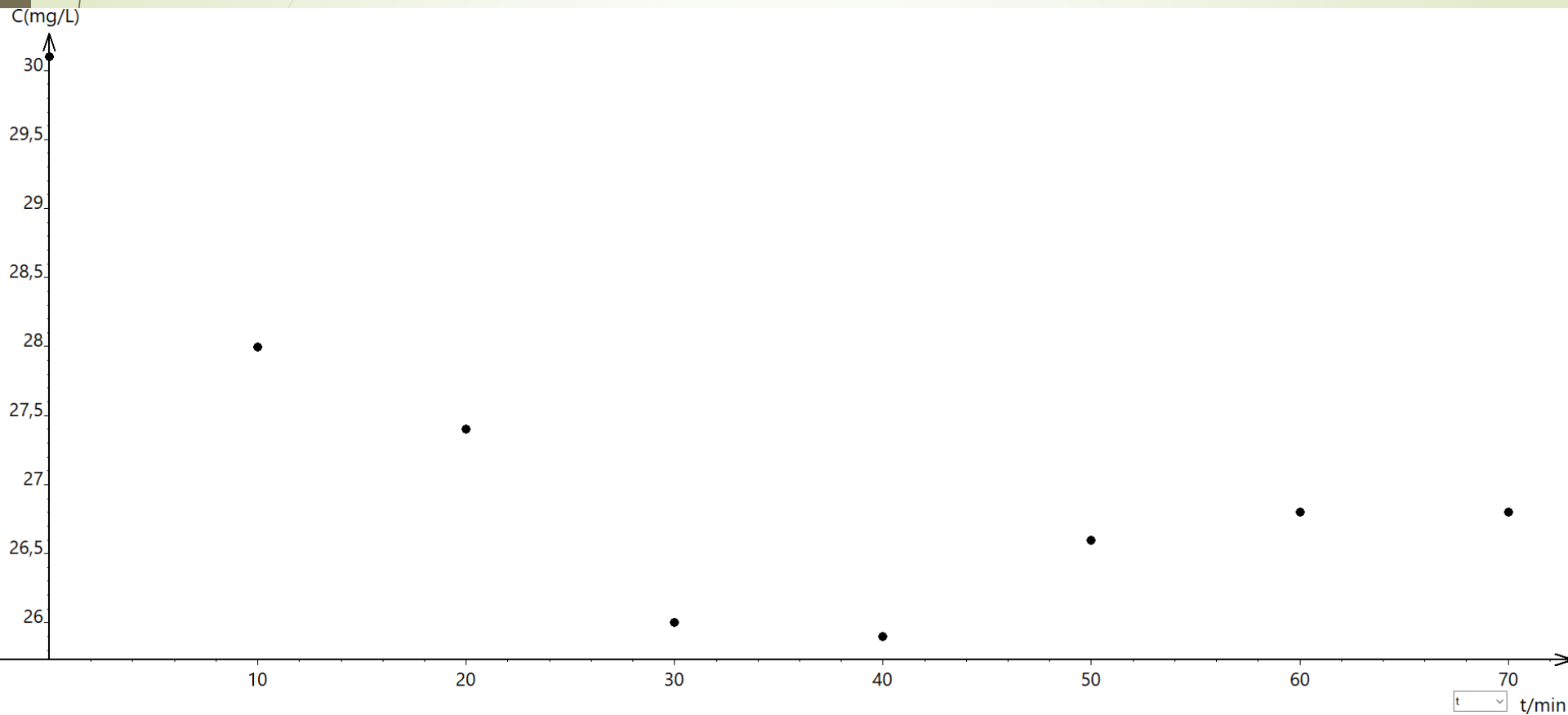
Résultat exploitable



Temps (minutes)	0	10	20	30	40	50	60	70
Absorbance	0,831	0,768	0,750	0,706	0,678	0,726	0,729	0,730
Concentration (mg/L)	30,1	28,0	27,4	26,0	25,9	26,6	26,8	26,8
Incertitude	$\pm 0,02 \text{ mg/L}$							

Résultat : concentration de 26 mg/L en 30 min

Modélisation résultat



Calcul du rendement de faraday

Masse NO_3^- réduit : 10,3 mg soit $1,64 \cdot 10^{-4}$ mol

Demi équation de la réduction de NO_3^- :



5e^- pour réduire 1 NO_3^-

On a réduit $9,90 \cdot 10^{19}$ ions NO_3^-

On a donc :

$$\underline{e_{\text{utilisé}} = 1,98 \cdot 10^{19} \text{ e}^- \text{ en 40 min}}$$

Or on était à 4,0 mA en moyenne soit :

$$\underline{e_{\text{envoyé}} = 5,99 \cdot 10^{19} \text{ e}^- \text{ en 40 min}}$$

D'où le **rendement de faraday : $r = 33\%$**

IV-Conclusion

Analyse résultat brut :

- Fortes incertitudes par rapport au titrage
- Méthode semble efficace pour des eaux avec peu d'ions en solution
- Rendement faible (entre 70 et 80% en industrie)

Améliorations possibles :

- Surface d'électrode plus importante
- Utiliser une méthode de titrage plus précise

Perspective :

Comparaison avec une des méthodes actuelle