

2.1. Analyse volumétrique

▪ Principe

L'analyse consiste à ajouter dans la solution à analyser différents réactifs correspondant au paramètre recherché et à titrer cette solution par un autre réactif neutralisant ceux présent dans la solution. Le résultat correspond au volume de solution versée après virage de l'indicateur coloré.

2.1.1. Dureté total (teneur en Ca^{2+} et Mg^{2+}) et calcique (teneur en Ca^{2+}) : TH / TH_{Ca}

Tableau 11: **Récapitulatif de la mesure des titres hydrotimétriques**

Type d'analyse	TH dureté total	TH_{Ca} dureté calcique
But	doser la somme des ions calcium et magnésium.	doser rapidement les ions calcium
Matériels utilisés	-Un Bécher de 200mL -Une pipette graduée, 5mL -Une burette et son support -Un agitateur et un barreau	-Un Bécher de 200mL -Une pipette graduée, 5mL -Une burette et son support -Un agitateur et un barreau
Solution à titrer	Eau (diluée ou non) à 100mL	Eau (diluée ou non) à 100mL
Solution titrante	E.D.T.A N/50 (acide Ethylène Diamine Tétracétique) ou complexon III	E.D.T.A (acide Ethylène Diamine Tétracétique) ou complexon IIN/50
Solution tampon / catalyseur	Tampon TH (pH : 10)	Solution NaOH 3N (pH : 12)
Indicateur coloré	NET 0,4% (Noir EriochromeT, couleur violet)	Poudre de Patton et Reeder (couleur bleu violet)
Couleur de départ	Rouge vineuse	Rouge vineuse
Virage couleur	Bleu vert	Bleu
Expression résultats	°F TH	°F TH_{Ca}

Source : JIRAMA Mandroseza, 2016

Mode opératoire

▪ Dureté totale

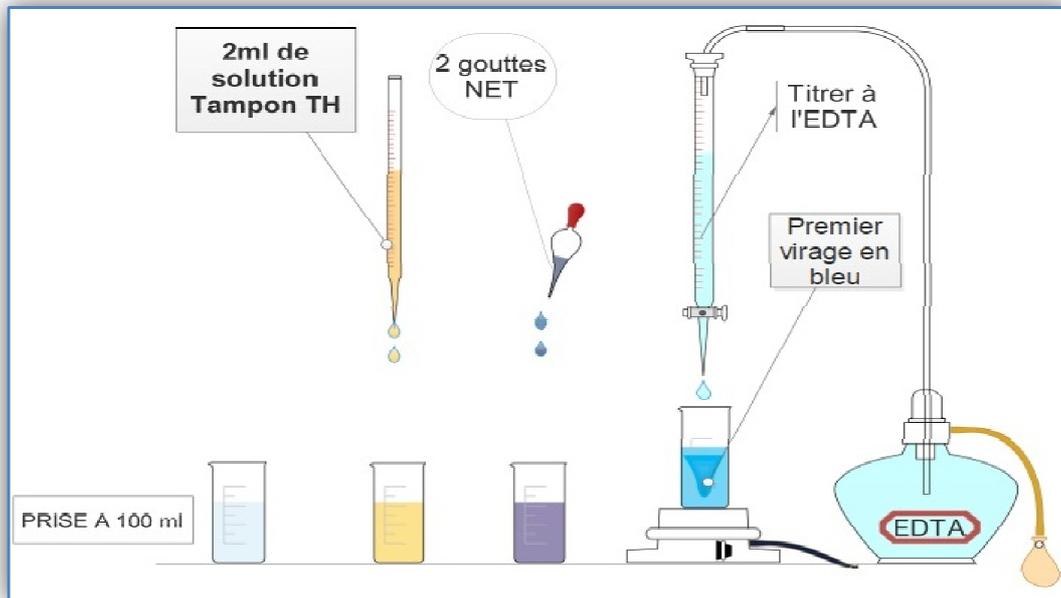


Figure 6 : méthode d'analyse dureté totale
Source : Auteur, 2016

▪ Dureté calcique

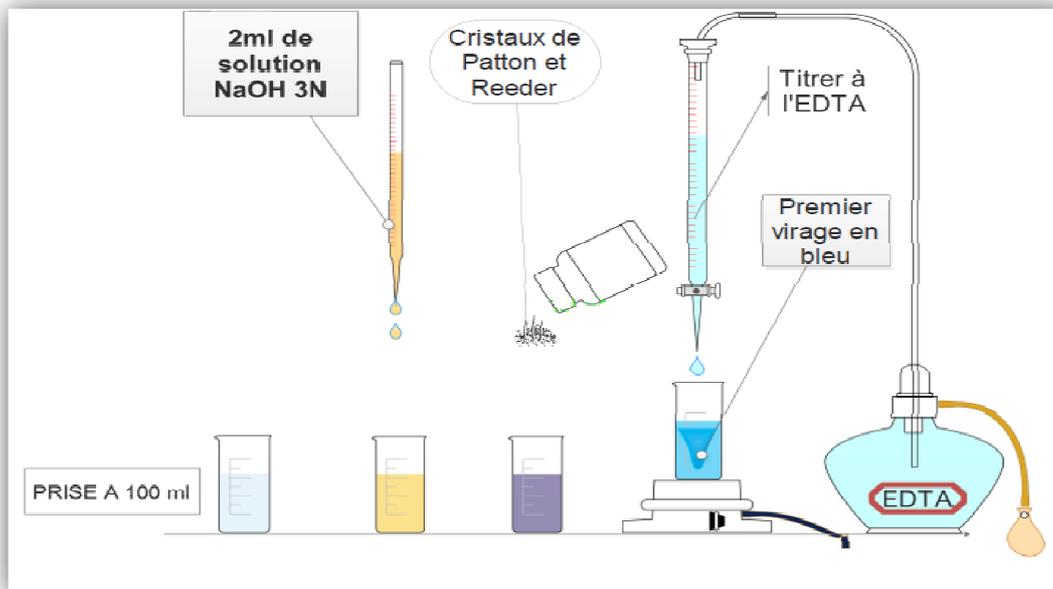


Figure 7 : méthode d'analyse dureté calcique
Source : Auteur, 2016

2.1.2. Analyse du Chlorure (Cl⁻)

Tableau 12: **Détermination du chlorure au nitrate d'argent**

Solution à titrer	But	Solution titrante	Indicateur coloré	Couleur	Résultat	Matériels utilisés
Eau à 100mL	Déterminer le taux de chlorure dans l'eau à partir du Chromate d'argent	Solution de Nitrate d'Argent AgNO ₃ N/10	3 Gouttes de Chromate de Potassium 10% K ₂ CrO ₄	Départ : Jaune Virage : rouge brique	Cl ⁻ (mg / l) = V ml x 35,5	- un Bêcher de 200ml -une burette de précision -un compte-goutte pour le chromate -un agitateur et un barreau

Source : JIRAMA Mandroseza, 2016

▪ Mode opératoire

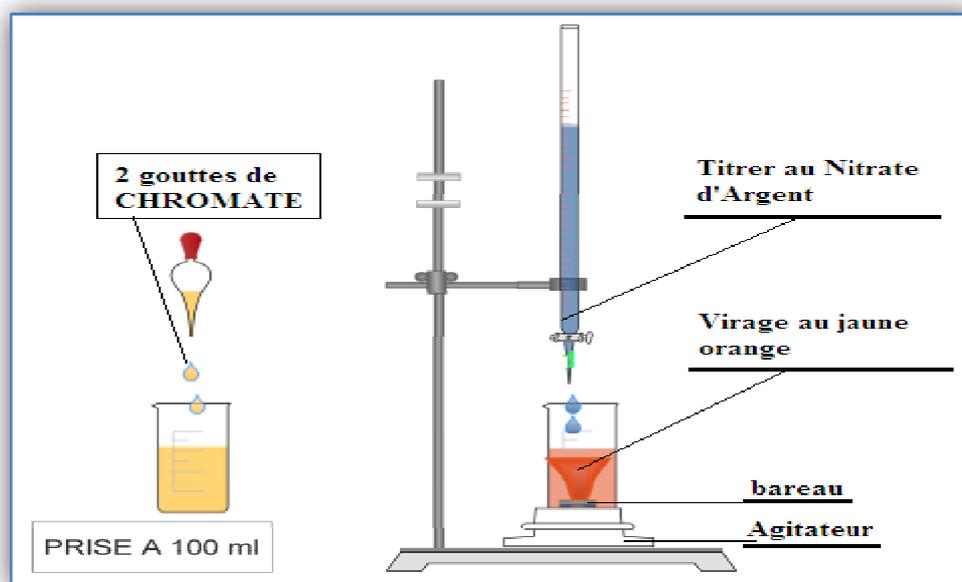


Figure 8 : **méthode d'analyse chlorure**

Source : Auteur, 2016

2.1.3. Analyse titre alcalimétrique TA / TAC

Le Titre Alcalimétrique (TA) et le Titre Alcalimétrique Complet (TAC) traduisent l'alcalinité d'une eau. L'alcalinité d'une eau correspond à la présence d'ions hydroxyles (OH⁻), decarbonates (CO₃²⁻) et de bicarbonates (HCO₃⁻), et dans une moindre mesure aux ions phosphates (PO₄³⁻) et silicates (HSiO₃⁻), ou encore aux acides faibles.

Tous ces ions sont en général d'origine urbaine (phosphates, ammoniacale, matières organiques) ou industrielle (produits basiques ou acides).

Tableau 13: **Méthode volumétrique (titre alcalimétrique simple et complet)**

PROCEDEES	TA (titre alcalimétrique) Existence couleur rose=> titrage	TAC (titre alcalimétrique complet)
But	Déterminer la somme des concentrations des ions carbonates et des ions hydroxydes	Déterminer la présence d'hydrogencarbonates, carbonates et hydroxydes.
Matériels utilisés	-Un Bécher de 200mL - Un compte-goutte -Une burette et son support -Un agitateur et un barreau	-Un Bécher de 200mL - Un compte-goutte -Une burette et son support -Un agitateur et un barreau
Solution à titrer	Eau (diluée ou non)	Eau (diluée ou non)
Solution titrante	Solution H ₂ SO ₄ N / 50	Solution H ₂ SO ₄ N / 50
Indicateur coloré	Phénolphtaléine	Hélianthine
Couleur	Départ: Rose pH > 8,3 ; Virage Incolore à pH = 8,3	Départ: Jaune pH > 4,2 ; Virage Jaune Orangé pH = 4,2
Expression et résultats	°F TA (V versé pour 100 ml)	°F TAC (V versé pour 100 ml)

Source : JIRAMA Mandroseza, 2016

Si $TA < TAC / 2$

- $HCO_3^- = (TAC - 2TA) * 12,2 \text{ mg / ml ;}$
- $CO_3^{2-} = 2 * TA * 6 \text{ mg / ml ;}$
- $OH^- = 0$

▪ **Mode opératoire TA et TAC**

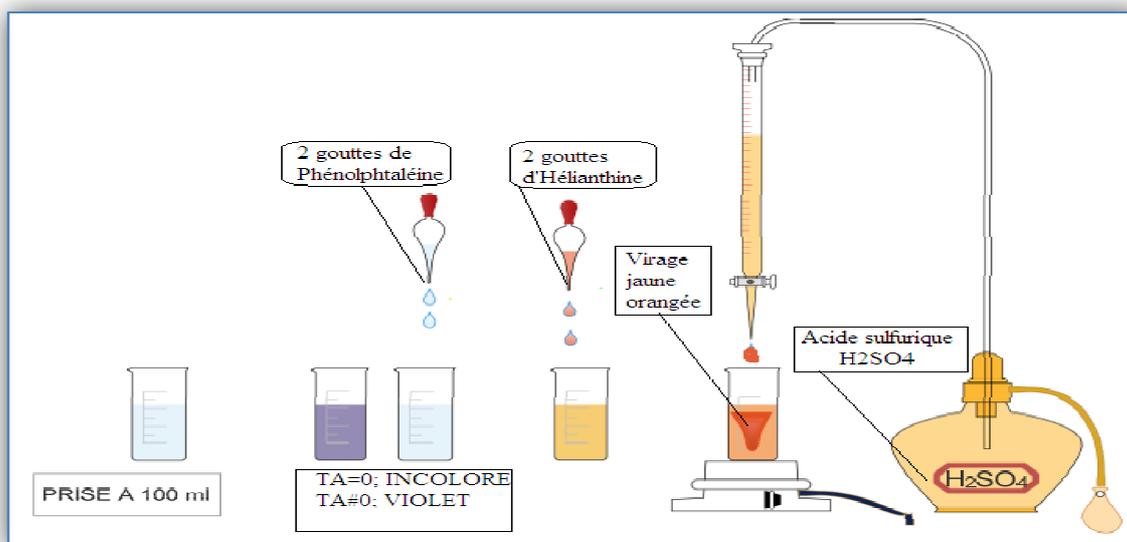


Figure 9 : **méthode d'analyse TA, TAC**
Source : Auteur, 2016

2.1.4. Dosage des Matières organiques (dosage en retour)

Tableau 14: réaction au permanganate de potassium

PROCEDURE	Solution utilisées	Dose et quantité	Coloration	Matériels utilisés
But	Déterminer la teneur en matières organiques présentes dans l'eau			
à titrer	Eau	100ml		-Un Bécher de 200mL - Une pipette de 5mL - Une pipette de 10mL - Une plaque électrique -Une burette et son support -Un agitateur et un barreau
Tampon	1. NaHCO ₃ saturé (basique) en milieu chaud	5ml		
	2. H ₂ SO ₄ ½ (acide) en milieu refroidi	5ml		
Oxydation	KMnO ₄ (N / 80)	10ml	rose	
Réduction	Sel de Mohr	5g/l	incolore	
Titrateur	KMnO ₄ (N / 80)		Virage en rose	
Expression résultat	$MO \text{ (mg / l)} = V1 - V0 ;$ V1 : volume KMnO ₄ N / 80 versé pour 100 ml d'eau à analyser, V0 : volume KMnO ₄ N / 80 versé pour 100ml d'eau distillée blanc			

Source : JIRAMA Mandroseza, 2016

▪ Mode opératoire

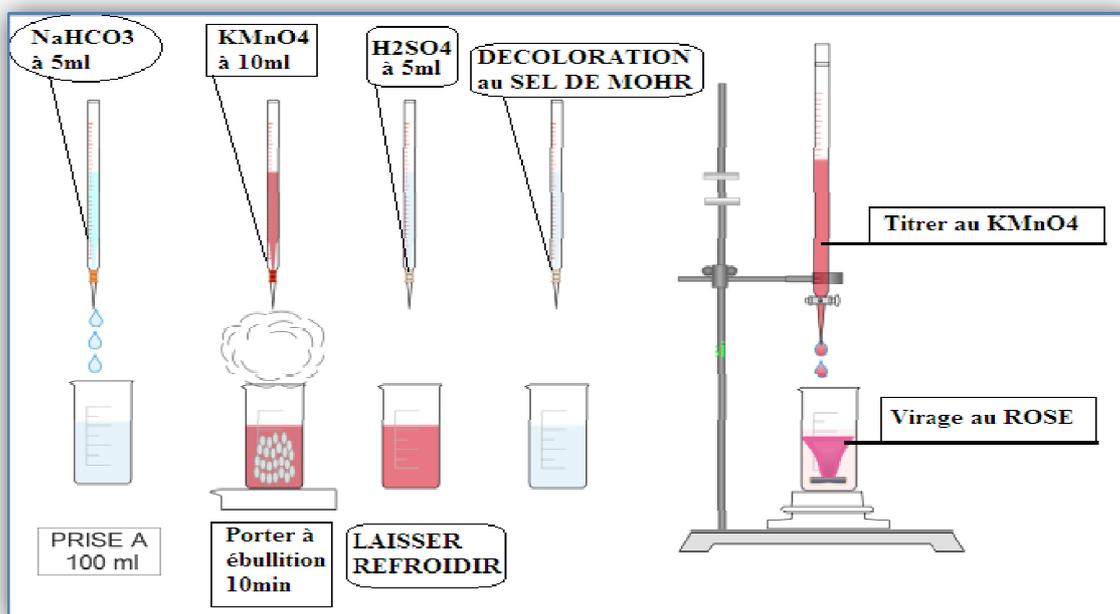


Figure 10 : Méthode d'analyse matière organique

Source : Auteur, 2016

2.2. Analyse colorimétrique

▪ Principe

L'analyse consiste à ajouter dans la solution à analyser un réactif coloré ; la couleur ainsi obtenue est fonction de la concentration de l'élément minéral recherché. Le résultat qui est la concentration correspondant à l'intensité de la couleur se lit à l'aide des appareils.

2.2.1. Analyse Nitrites NO_2^- , Nitrates NO_3^- , Sulfates SO_4^{2-} , Ammonium NH_4^+

L'appareil de lecture utilisé est le "spectromètre" d'absorption moléculaire



Photo 7: spectromètre

Source : Auteur, 2016

Tableau 15: méthode colorimétrique

	Nitrites	Nitrates sur colonne à cadmium	Sulfates	Ammonium
Solution à titrer	Eau	Eau	Eau	Eau
Blanc réactif	Eau distillée	Eau distillée	-	Eau distillée
Solution tampon	Solution H_3PO_4	Solution NaOH Tampon concentré	Solution HCl 1/10	Phénol alcoolique et nitropusside
Indicateur coloré	Réactif coloré	Réactif coloré	Solution BaCl_2 100g/l	Solution oxydante
Couleur solution	Rose	Rose	Précipité blanc	Bleu
Absorbance	540 nm	540 nm	650 nm	640 nm
Lecture	$[\text{N}(\text{NO}_2)]$	$[\text{N}(\text{NO}_3)+\text{N}(\text{NO}_2)]$	$[\text{SO}_4^{2-}]$	$[\text{NH}_4^+]$
Expression Résultats	$[\text{NO}_2^- \text{ mg / l}] = [\text{N}(\text{NO}_2)] * 3,29$	$[\text{NO}_3^- \text{ mg / l}] = ([\text{N}(\text{NO}_3)+ \text{N}(\text{NO}_2)] - [\text{N}(\text{NO}_2)] * 4,43$	$[\text{SO}_4^{2-} \text{ mg / l}]$	$[\text{NH}_4^+ \text{ mg / l}]$

Source : JIRAMA Mandroseza, 2016

▪ **Mode opératoire:**

- **Nitrite**

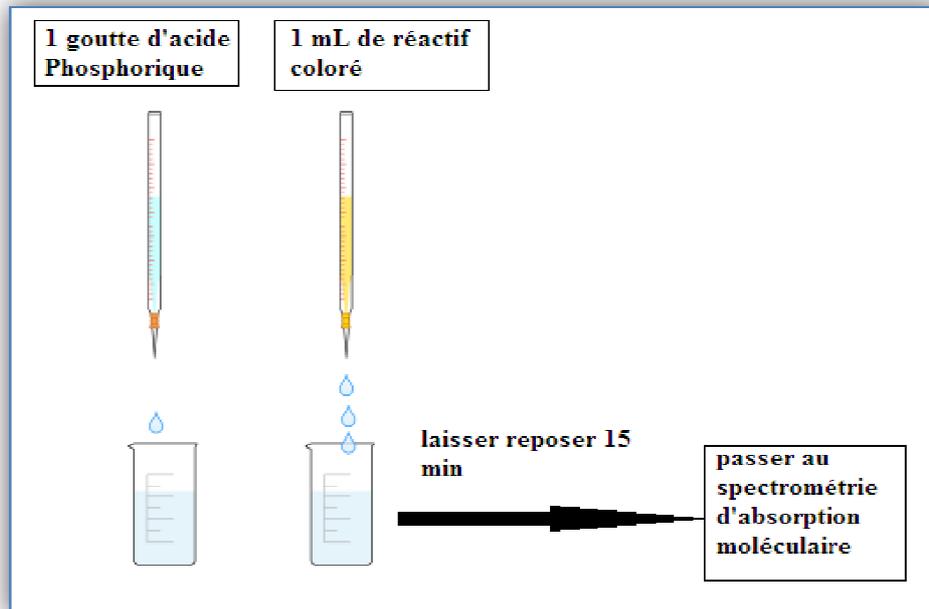


Figure 11 : **Méthode d'analyse nitrite**
Source : Auteur, 2016

- **Nitrate**

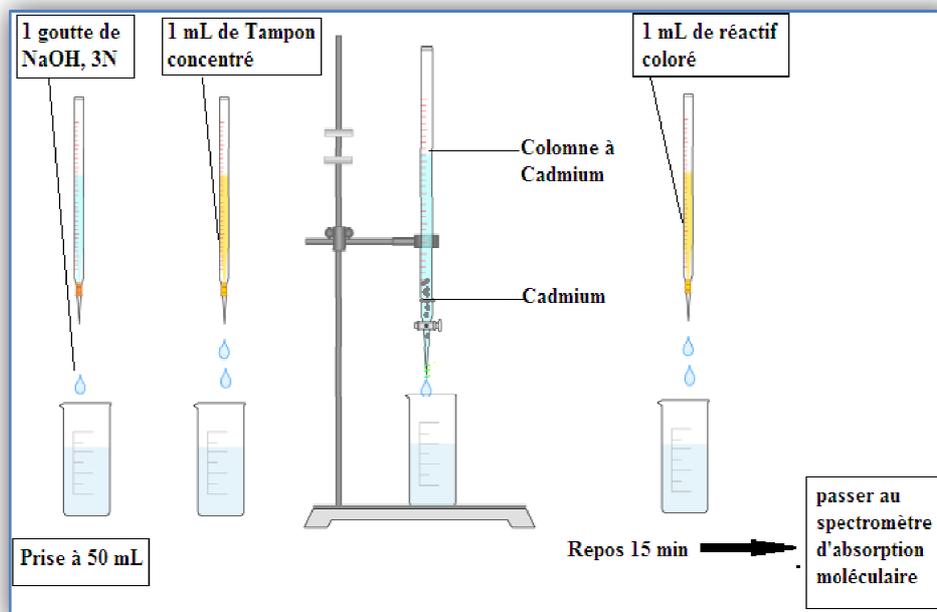


Figure12 : **Méthode d'analyse nitrate**
Source : Auteur, 2016

- **Sulfate**

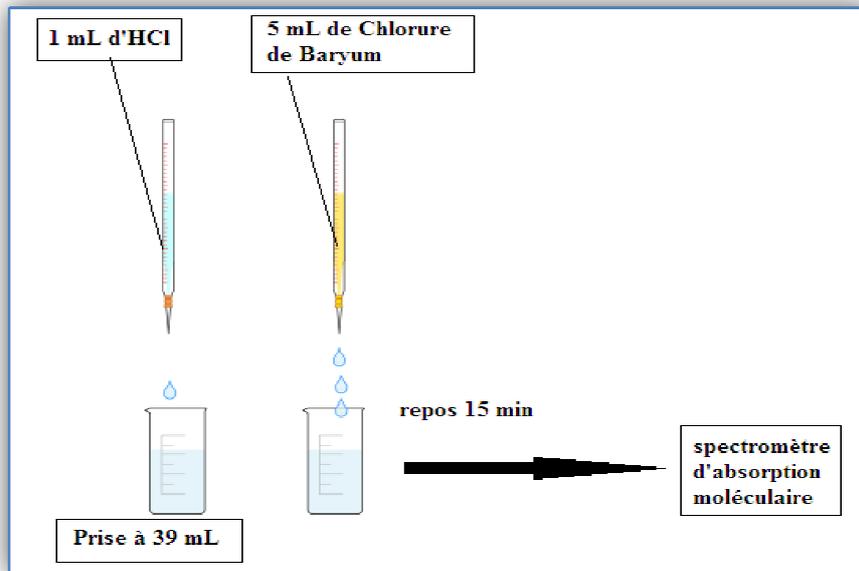


Figure13 : Méthode d'analyse Sulfate
Source : Auteur, 2016

- **Ammonium**

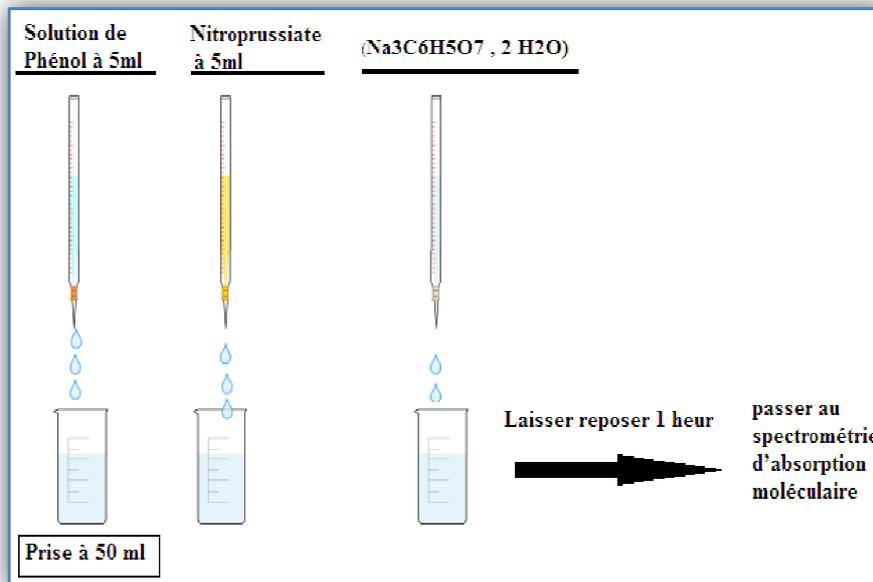


Figure14 : Méthode d'analyse Ammonium
Source : Auteur, 2016

2.2.2. Dosage fer total (Fe)

Tableau 16 : dosage de Fer

	Solution à titrer	Réactif de réduction	Réactif complexant	Indicateur coloré	Couleur de la solution
Dose et quantité	Eau 100ml	Poudre de dithionite de sodium	Diméthylglyoxine 0,5%	Solution Ammoniaque 10%	rose ou rouge
Appareil de lecture utilisé	Comparateur Hydrocure en mg / 1 plaquette				
Résultat	lecture concentration correspondante à la couleur comparée sur plaquettefer 0,06 à 1mg/l ou 0,3 à 5mg/l				
Matériels utilisés	-Un Bécher de 200mL	- Un spatule de laboratoire	- Une pipette de 5mL	- Une pipette de 5mL	Comparateur Hydrocure et plaquettefer

Source : JIRAMA Mandroseza, 2016

▪ Mode opératoire

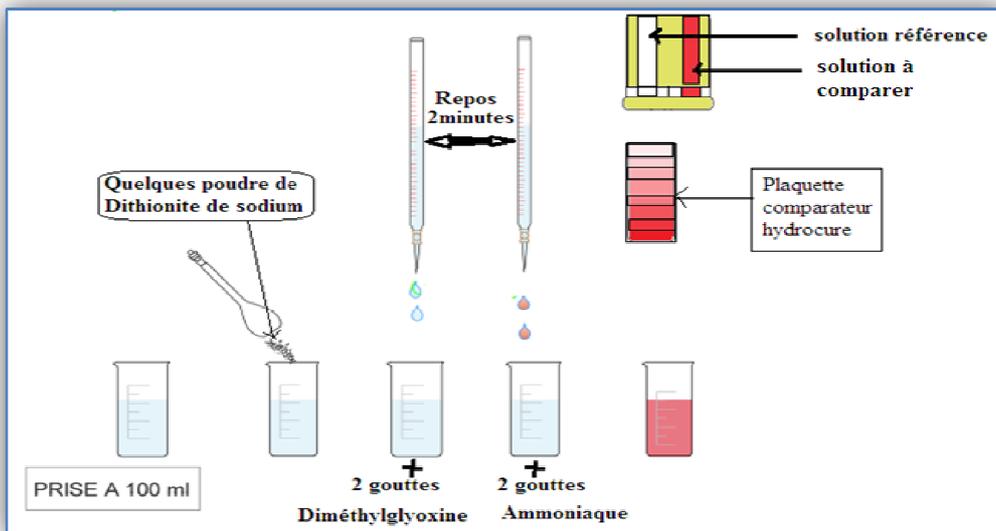


Figure15 : Méthode d'analyse Fer

Source : Auteur, 2016

2.3.Jar-Test

2.3.1.Essais de floculation

Tableau 17 : **essais de floculation**

But	Principe	Matériels nécessaires	Réactifs	Expression des résultats
Déterminer la nature et les doses de réactif à utiliser pour la clarification et/ou la déferrisation d'une eau	Apprécier la qualité de la floculation et la turbidité minimale après introduction de quantité croissante d'ingrédients en solution dans 6 béchers de 1litre	- Un flocculateur à vitesse réglable entre 0 et 150tr/mn - Six vases de 1litre - Un siphon - Un chrono ou 1 montre - Matériels pour mesurer le pH, fer, M.O. ⁽¹⁾ - Turbidimètre - Agitateur	- Clarification : Sulfate d'Alumine - Déferrisation : Chaux en amont	Voir annexe

⁽¹⁾ Matières Organiques

Source : **JIRAMA Mandroseza, 2016**

▪ **Mode opératoire**

- Prélever l'eau brute dans un seau de 10l. Noter son aspect.
- Mesurer la turbidité, le pH, le teneur en fer et éventuellement les matières organiques
- Remplir les béchers jusqu'au trait 1000 ml avec de l'eau brute agitée.
- Brancher le flocculateur.
- A l'aide d'une pipette, introduire dans chaque bécher des quantités croissante de réactifs.
- Placer les béchers sur le flocculateur et abaisser les hélices dans l'eau.
- Effectuer une agitation rapide à 100tr/mn pendant 2mn, puis une agitation lente à 40tr/mn pendant 20mn. Noter le temps d'apparition des premiers floccs.
- Après 15mn d'agitation lente, on évaluera la qualité de la floculation (aspect des floccs)
- Laisser décanter 10 à 15mn. Noter la vitesse et la cohésion des boues.
- Siphonner la moitié de la hauteur d'eau de chacun des béchers.
- Contrôler le pH, la turbidité, le fer, les M.O. sur les eaux siphonnées.
- Noter chaque bécher selon la qualité de la floculation.

La dose optimale de réactif est celle qui correspond à la meilleure notation.(t : taux d'ingrédient g/m³)

2.3.2. Détermination de la demande en chlore

La dose d'hypochlorite de calcium nécessaire pour avoir une désinfection suffisante est déterminée par la méthode au « Break Point ».

▪ Principe :

La méthode consiste à ajouter à un même volume d'eau des doses croissantes d'hypochlorite de calcium. Le taux de chlore résiduel mesuré au bout d'un temps donné en fonction de la dose ajoutée passe par un minimum appelé Break Point avant d'augmenter régulièrement.

Le taux de chlore optimal sera supérieur à ce taux minimal.

▪ Réactifs :

- Hypochlorite de calcium 1g/l (1ml contient 1mg d'hypochlorite)
- Orthotolidine

▪ Matériels :

- 6 récipients (Béchers de 1L)
- Pipettes de 1 ml
- Comparateur Hydrocure
- Plaquette chlore libre 0,1 à 2 mg/l

▪ Mode opératoire

- Dans une série de six (06) récipients d'un volume donné. Introduire V ml d'eau à désinfecter.
- Ajouter dans chacun d'eux à l'aide d'une pipette des quantités croissantes d'hypochlorite de calcium 1 g/l.
- Agiter et couvrir chaque récipient d'une feuille de papier. Laisser en contact pendant 30 mn.
- Agiter au milieu et à la fin de l'expérience.
- Mesurer le chlore résiduel dans les 5 Béchers.

▪ Expression des résultats

Soient di : la dose d'hypochlorite dans chaque bécher de volume V (en g/l)

V_i : le volume d'hypochlorite à ajouter (en ml)

$$V_i = \frac{d_i \times V}{1000}$$

La dose optimale d'hypochlorite de calcium de valeur supérieure au Break Point est choisie suivant l'état de propreté et la longueur du réseau.

3. Analyse bactériologique

3.1. But

L'analyse bactériologique permet de contrôler la pollution d'une eau par les bactéries et d'agir en conséquence afin d'avoir une eau potable.

3.2. Prélèvement

▪ Lieu de prélèvement

Le prélèvement a été fait dans la région du Vakinakaratra, dans deux sites, site 1 : dans le quartier nommée Antanivao. Et le deuxième site se trouve à Antanambao. Les deux sites s'éloignent d'une distance de 900m.

▪ Etape de prélèvement

Le prélèvement se fait dans un flacon stérile

3.3. Analyse

▪ Germes à rechercher

Une eau est dite potable lorsqu'elle est exempte de ces 4 germes

- Coliformes totaux
- Escherichia Coli
- Streptocoques fécaux
- Anaérobies sulfito-réducteurs

▪ **Etape d'analyse**

- Préparation au préalable des quatre (04) milieux de cultures

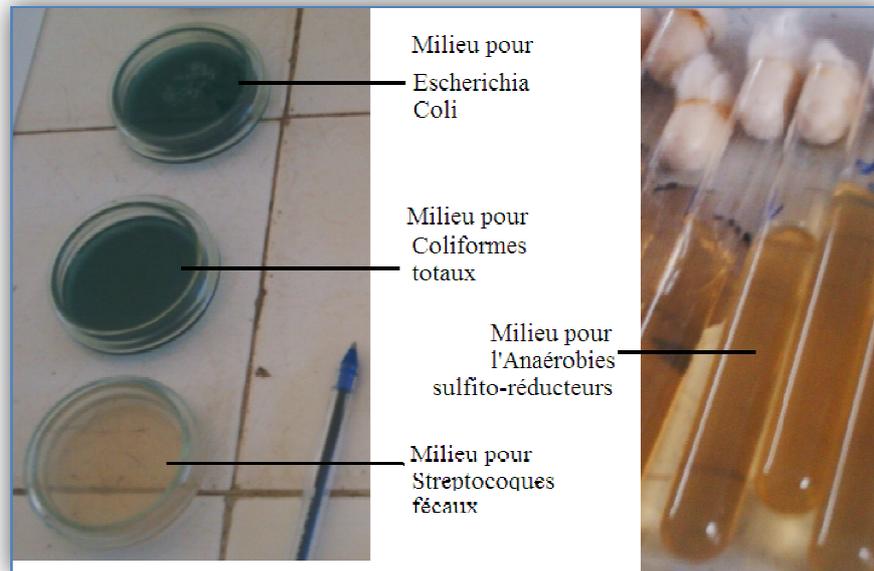


Photo8: **milieux de cultures**
Source : **Auteur, 2016**

- Filtration des eaux à analyser prélevées sur une membrane filtrante



Photo9: **Filtre à membrane**
Source : **Auteur, 2016**

- Placement de la membrane ayant fixé les germes dans le milieu de culture

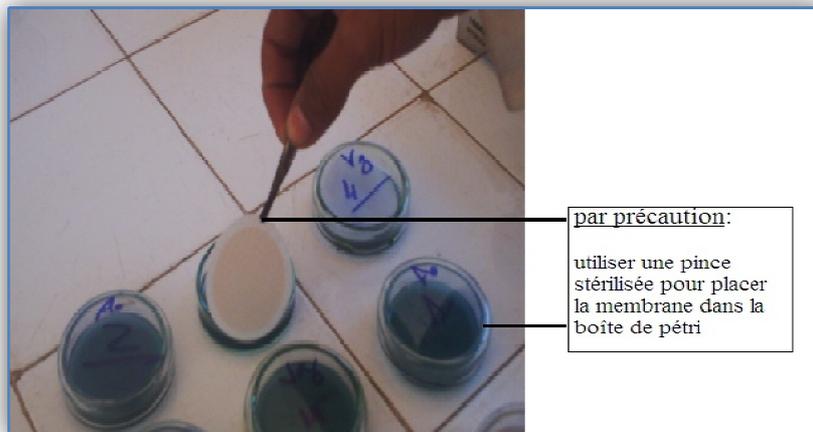


Photo 10:membrane
Source : Auteur, 2016

- Incubation dans l'étuve à différente température et durée différente :
multiplication des germes qui sortiront au-dessus des membranes

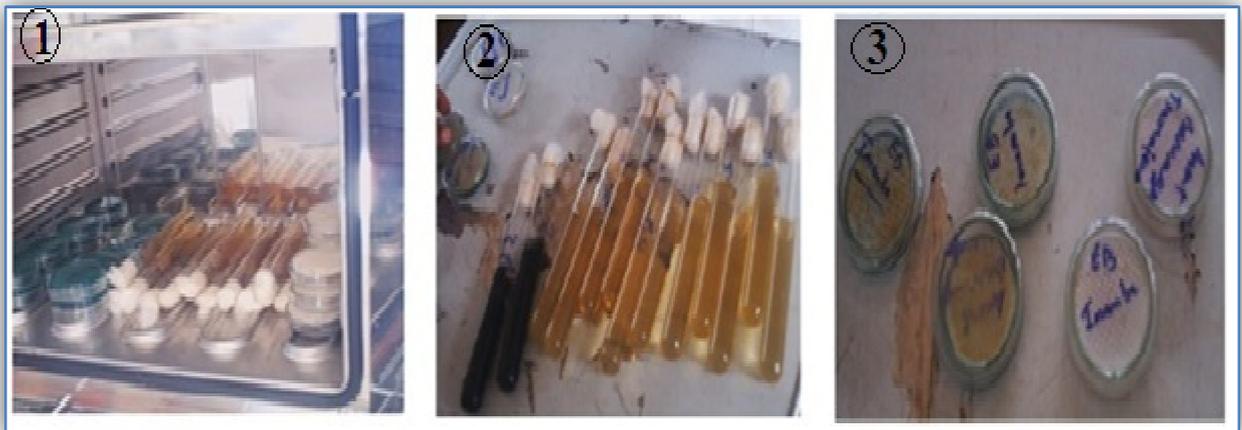


Photo11:1et 2 Incubation et 3 Apparition des Microbes
Source : Auteur, 2016

- Lecture par dénombrement des germes

Tableau 18 : analyses bactériologiques

Germes	Couleur milieu	Temps incubation	T° incubation	Résultats	Normes
Coliformes totaux	Vert	24 h	37°C	Colonie jaune Halo jaune	< 1 / 100 ml
Escherichia Coli	Vert	24 h	44°C	Colonie jaune Halo jaune	<1 / 100 ml
Streptocoques fécaux	Rouge	24 h - 48 h	37°C	Colonie rouge violacée	<1 / 100 ml
Anaérobies sulfito-réducteurs	Jaune (milieu en tube)	24 h	37°C	Colonie noire	<1 / 20 ml

Source : **JIRAMA Mandroseza, 2016**